

BIOLOGÍA

Origen y continuidad de los seres vivos: evolución, reproducción y herencia

Kapelusz
norma
EDUCACIÓN SECUNDARIA



Es interesante contemplar una enmarañada barranca cubierta por plantas de varias clases, con aves que cantan en los matorrales, con diferentes insectos que revolotean y con gusanos que se arrastran entre la tierra húmeda, y pensar que estas formas, primorosamente construidas, tan diferentes entre sí, y que dependen mutuamente de modos tan complejos, han sido producidas por leyes que obran a nuestro alrededor.

Charles Darwin

BIOLOGÍA

Origen y continuidad de los seres vivos: evolución, reproducción y herencia

Gerencia de Contenidos y Soluciones educativas:
Diego Di Vincenzo.

Autoría:
Patricia Antokolec, Agustina de Dios, Alicia Di Sciullo, José Figueroa, Alejandra Florio, María Eugenia Fortunato, Guillermo Haut, Sofía Inés Martínez, Ignacio Miller, Aldana Sarazola.

Edición:
Alejandro Palermo.

Dirección del área de Ciencias Naturales:
Alejandro Palermo.

Edición digital:
Mónica Jurjevcic.

Jefatura de Arte y Gestión editorial:
Valeria Bisutti.







Índice





Índice



Biología. Origen y continuidad de los seres vivos: evolución, reproducción y herencia está organizado en diez capítulos, agrupados en cuatro bloques.

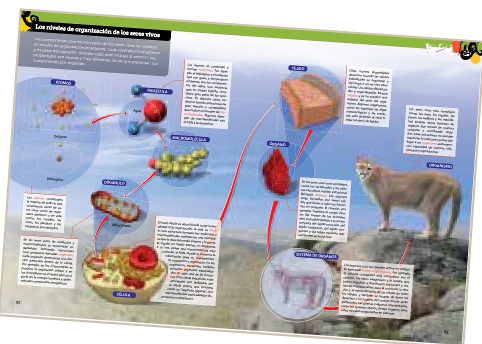


Páginas de desarrollo

Cada tema se inicia con los conceptos clave y un breve texto que sintetiza los contenidos que se trabajarán. El desarrollo incluye explicaciones, ejemplos y numerosos recursos gráficos (fotografías, ilustraciones, cuadros y esquemas, entre otros) que facilitan la comprensión.

La presentación del tema finaliza con actividades en las que se ponen en juego los contenidos trabajados.



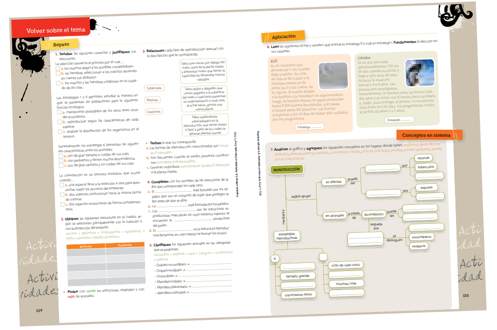


Secciones especiales

La exposición de los contenidos curriculares se amplía con secciones especiales: *Ayer* (Historia de la ciencia), *Hoy y mañana* (Ciencia, tecnología y sociedad), *La ciencia en debate* (temas abordados con los recursos de la divulgación científica).

Infografías

Numerosos temas se amplían y se recuperan en páginas que los abordan con el soporte de la ilustración para renovar el interés, despertar la curiosidad y proponer nuevos enfoques.



Volver sobre el tema

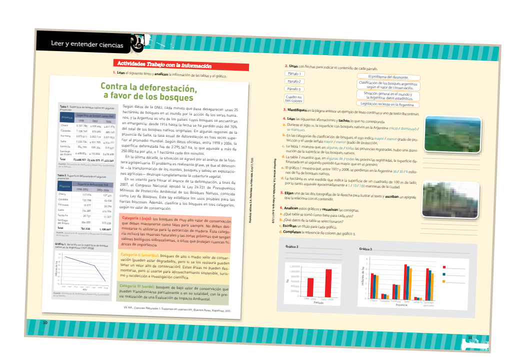
Al finalizar el desarrollo de los capítulos, dos páginas de actividades permiten volver sobre el tema a través de propuestas de repaso, aplicación y organización de las ideas en mapas conceptuales.



Hacer para conocer

Cada capítulo se cierra con una propuesta de trabajo para lograr un resultado concreto y desarrollar algunos de los procedimientos clave del quehacer en ciencias.





El libro se abre y se cierra con las páginas **Leer y entender ciencias**, que proporcionan valiosas herramientas y propuestas de trabajo para el desarrollo y afianzamiento de las competencias lectoras en el ámbito de la ciencia escolar.

Cada capítulo propone un breve trabajo relacionado con la educación digital que se recupera, al finalizar cada bloque, con la realización de proyectos grupales en la sección **Puentes de papel**.



Las ciencias: preguntas y respuestas

Los seres humanos siempre sintieron el impulso de explorar la naturaleza: a veces, por simple curiosidad y, a veces, para encontrar soluciones a necesidades cotidianas de alimentación, construcción, abrigo, transporte o salud. Aunque no todos tienen la vocación de seguir una carrera científica, a todos nos interesa estar actualizados acerca de los avances en ciencia y tecnología.

El conocimiento científico actual se apoya en los hallazgos y las teorías que fueron produciéndose a lo largo de la historia. Por eso, las principales contribuciones que realizaron los científicos de todos los tiempos forman parte de nuestra cultura: ellos nos enseñan cómo llevar a cabo experimentos, cómo sacar conclusiones y cómo demostrar las ideas acerca de la naturaleza.

Actividades *Análisis de un ejemplo*

1. **Lean** el siguiente texto y, luego, **resuelvan** las consignas.



Nódulos fijadores de nitrógeno en una raíz de leguminosa.

Las plantas leguminosas, como el poroto, tienen la ventaja de producir su propio fertilizante. Los nódulos que se forman en sus raíces alojan unas bacterias del género *Rhizobium*; estas bacterias toman el nitrógeno del aire y lo convierten en sales de nitrógeno, que la planta aprovecha. En otros cultivos es necesario agregar fertilizante con sales de nitrógeno para nutrir a la planta.

Agrónomos genetistas encontraron que, al inducir la mutación de un gen en otros vegetales, como el tomate, las raíces de la planta formaban nódulos que, aunque al principio estaban vacíos, luego sufrían la invasión de bacterias fijadoras de nitrógeno.

Si este procedimiento resultara aplicable al maíz, el trigo, el arroz o la cebada, el ahorro de fertilizantes sería enorme. Esto traería beneficios al ecosistema, ya que la energía empleada para fabricarlos desprende gases de invernadero y el exceso de fertilizante arrastrado por el agua contamina los ecosistemas acuáticos.

VV. AA., *400 pequeñas dosis de ciencia*, México, UNAM, 2007.

a. **Subrayen**, en la siguiente lista de títulos, el que consideren más adecuado para el texto.

La función de la raíz • *Las bacterias* • *Plantas que se autofertilizan* • *Ecosistemas acuáticos en peligro* • *El tomate* • *Fertilizantes artificiales*

b. **Marquen** con **X** las preguntas que pueden responderse con la información que da el texto.

- ☐ ¿Qué gases componen el aire atmosférico?
- ☐ ¿Qué gas del aire atmosférico es aprovechado en la nutrición de las plantas?
- ☐ ¿Por qué las leguminosas no necesitan fertilizantes artificiales?
- ☐ ¿Qué función realizan las bacterias *Rhizobium* en las raíces de algunas plantas?
- ☐ ¿Qué son los gases de invernadero?
- ☐ ¿Qué son las mutaciones genéticas?
- ☐ ¿Por qué la mutación que se indujo en la planta de tomate puede ser beneficiosa?

c. **Indiquen** en sus carpetas qué conocimientos científicos se mencionan en el texto y cuál es su posible aplicación tecnológica.

d. El texto se refiere a la genética, una rama de la biología a la que se dedica un capítulo de este libro. **Búsquenlo** en el índice y **anoten** el número y el título.



La ciencia que se estudia en la escuela proporciona las herramientas para estar informados sobre los avances científicos en la sociedad actual y ser capaces de tomar decisiones en la vida diaria.

Las ciencias en textos

En un libro de ciencias, se suelen encontrar dos tipos de textos que, casi siempre, se complementan: los llamados *continuos* y los *discontinuos*. Los textos **continuos** se presentan como una serie de oraciones organizadas en párrafos, que, a su vez, forman parte de secciones y capítulos. Son básicamente de tipo expositivo-explicativo: describen fenómenos o procesos, y establecen relaciones entre ellos. Su objetivo es que entendamos un tema y, para eso, emplean definiciones, reformulaciones y ejemplos. Los textos **discontinuos** suelen ser complementarios de los anteriores. Abarcan las listas, las tablas, los esquemas, los mapas y los gráficos.

Estrategias básicas para abordar un texto continuo

1°) Fijarse en el título y preguntarse: "¿Cuál es el tema sobre el que voy a leer? ¿Qué sé sobre este tema?". Si hay ilustraciones, leer sus epígrafes.

2°) Realizar una lectura del texto completo. Marcar los términos que no se conocen, con el fin de buscarlos en el diccionario.

3°) Hacer una lectura detenida y aplicar alguna estrategia para destacar la información que más interesa. Por ejemplo, anotar en el margen el subtema de cada párrafo o las preguntas a las que responde, y subrayar las ideas principales y las secundarias, con distintos colores.

Estrategias básicas para abordar un texto discontinuo

Al abordar los textos discontinuos, el primer paso es leer el título (o el epígrafe, en caso de que no haya título) para identificar el tema. Luego habrá que familiarizarse con los recursos que comunican información para saber, por ejemplo, qué datos aportan los textos, los colores, las líneas o los símbolos.

Actividades *Trabajo con la información*

1. **Lean** el texto que sigue y, luego, **marquen** con **X** la respuesta correcta a cada pregunta.

La quinua, un alimento con virtudes sobresalientes

Donde nada crece, la quinua está de pie. En los altos desiertos de los Andes o en los llanos pampeanos, con temperaturas bajo cero o que superan los 30 °C, este "grano madre", como lo llamaban los incas, soporta condiciones extremas. Un experimento reciente se ocupó de explorar algunas de estas cualidades. "Las plantas de quinua fueron sometidas durante el desarrollo a diferentes niveles de salinidad. Algunas recibieron altas concentraciones de cloruro de sodio, como si crecieran en agua de mar. Los cultivos se desarrollaron y produjeron semillas de calidad", sintetiza Sara Maldonado, quien forma parte del equipo de científicos que llevaron adelante el experimento. Y su colega Hernán Burrieza agrega: "Los genes de estas plantas tienen un potencial impresionante porque pueden ser utilizados para dar resistencia a otros cultivos".

De aspecto parecido al mijo, 350 semillas de quinua apenas pesan un gramo, pero resultan muy nutritivas, a tal punto que la FAO (Organización para la Agricultura y Alimentación de las Naciones Unidas) la promueve como alimento alternativo de alto nivel nutricional: contiene más proteínas que los cereales habituales, menos carbohidratos, vitaminas del grupo B, y muchos minerales, como hierro, calcio y fósforo.

Fuente: Diario *La Nación*, 1° de noviembre de 2010.

a. ¿Por qué destaca el investigador Hernán Burrieza el potencial de los genes de la quinua?

☐ Porque esta planta era valorada por los incas.
☐ Porque pueden usarse para que otros cultivos crezcan en condiciones difíciles.
☐ Porque es un alimento de alto nivel nutricional.

b. ¿Con qué alimento se compara el nivel nutricional de la quinua?

☐ Con el mijo. ☐ Con la carne de vaca. ☐ Con los cereales.

c. ¿Cuántas semillas hay, aproximadamente, en un kilogramo de quinua?

☐ 350 ☐ 3.500 ☐ 35.000 ☐ 350.000

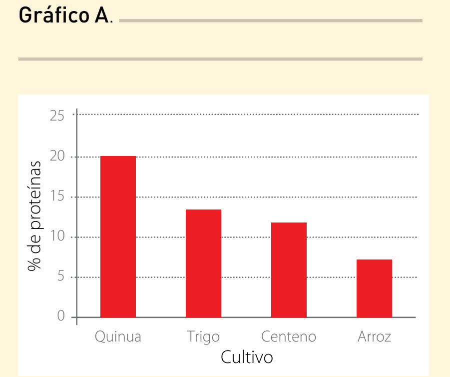
2. **Observen** el gráfico de la derecha y, luego, **resuelvan** las consignas.

a. **Escriban** un título que presente su contenido.

b. **Subrayen** la frase del texto de la actividad 1 que puede ilustrarse con el gráfico.

c. **Calculen**: ¿cuántos gramos de proteína aportan 10 g de cada uno de estos granos?

Gráfico A. ____________________





Actividades *Trabajo con la información*

1. **Lean** el siguiente texto y **analicen** la información de las tablas y el gráfico.

Contra la deforestación, a favor de los bosques

Tabla 1. Superficie de bosque nativo en algunas provincias

Provincia	Superficie de bosque nativo (ha)		
	1998	2002	2006
Chaco	5.107.780	4.939.466	4.811.975
Córdoba	1.108.769	979.095	885.165
Formosa	3.073.011	3.052.119	3.021.823
Salta	7.235.736	6.931.705	6.516.771
Santa Fe	554.799	530.354	519.027
Santiago del Estero	6.608.826	6.193.836	5.678.608
Total	**23.688.921**	**22.626.575**	**21.433.369**

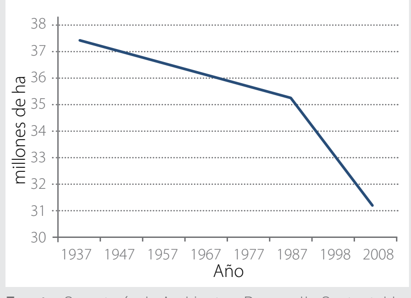
Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Tabla 2. Superficie deforestada en algunas provincias

Provincia	Superficie deforestada (ha)	
	1998-2002	2002-2006
Chaco	117.974	127.491
Córdoba	122.798	93.930
Formosa	19.977	30.296
Salta	194.389	414.934
Santa Fe	20.737	11.327
Santiago del Estero	306.055	515.228
Total	**781.930**	**1.108.669**

Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Gráfico 1. Variación en la superficie de bosque nativo en la Argentina (1937-2008)



Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Según datos de la ONU, cada minuto que pasa desaparecen unas 25 ha de bosques en el mundo por la acción de los seres humanos, y la Argentina es uno de los países cuyos bosques se encuentran en emergencia: desde 1914 hasta la fecha se ha perdido más del 70% del total de los bosques nativos originales. En algunas regiones de la provincia de Salta, la tasa anual de deforestación es tres veces superior al promedio mundial. Según datos oficiales, entre 1998 y 2006, la superficie deforestada fue de 2.295.567 ha, lo que equivale a más de 250.000 ha por año, o 1 ha cada dos minutos.

En la última década, la situación se agravó por el avance de la frontera agropecuaria. El problema es realmente severo, ya que el desmonte —la transformación de los montes, bosques y selvas en explotaciones agrícolas— destruye completamente la cobertura vegetal.

En un intento para frenar el avance de la deforestación, a fines de 2007, el Congreso Nacional aprobó la Ley 26331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, conocida como Ley de Bosques. Esta ley establece los usos posibles para las tierras boscosas. Además, clasifica los bosques en tres categorías, según su valor de conservación.

Categoría I (rojo): los bosques de muy alto valor de conservación que deben mantenerse como tales para siempre. No deben desmontarse ni utilizarse para la extracción de madera. Esta categoría incluirá las reservas naturales y las zonas próximas que tengan valores biológicos sobresalientes, o sitios que protejan cuencas hídricas de importancia.

Categoría II (amarillo): bosques de alto o medio valor de conservación (pueden estar degradados, pero si se los restaura pueden tener un valor alto de conservación). Estas áreas no pueden desmontarse, pero sí usarse para aprovechamiento sostenible, turismo y recolección e investigación científica.

Categoría III (verde): bosques de bajo valor de conservación, que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad, con la previa realización de una Evaluación de Impacto Ambiental.

VV. AA., *Ciencias Naturales 1. Sistemas en interacción*, Buenos Aires, Kapelusz, 2011.



2

La teoría de la selección natural

Un punto culminante del viaje de Charles Darwin fue el recorrido por el archipiélago de las Galápagos. Esas islas albergan formas de vida sorprendentes, como las únicas iguanas marinas del planeta. El cuidadoso registro de sus observaciones aportó un material invalorable para que Darwin desarrollara, años más tarde, la teoría de la evolución de las especies a través de la selección natural.

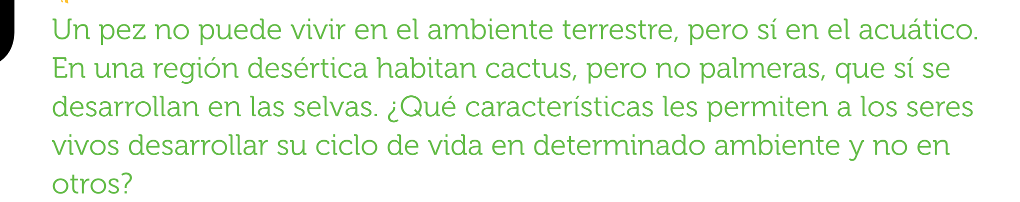
METAS

Al terminar el capítulo, podrán responder:

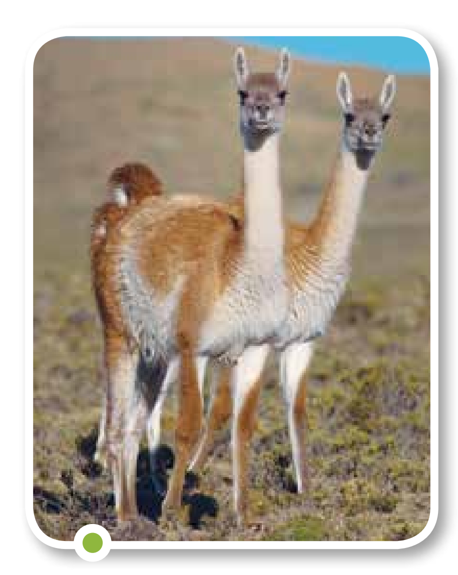
- ¿Cómo selecciona el ambiente las adaptaciones de los seres vivos?
- ¿Sobre qué postulados se basa la teoría de la selección natural?
- ¿Por qué se originan especies nuevas a partir de las ya existentes?

1. Adaptaciones de las poblaciones a su ambiente

Claves
- Poblaciones
- Adaptaciones
- Ambiente



Un pez no puede vivir en el ambiente terrestre, pero sí en el acuático. En una región desértica habitan cactus, pero no palmeras, que sí se desarrollan en las selvas. ¿Qué características les permiten a los seres vivos desarrollar su ciclo de vida en determinado ambiente y no en otros?



La pata del guanaco tiene almohadillas. Esta adaptación le permite caminar por terrenos arenosos y blandos sin dañar la vegetación que le sirve de alimento y sin hundirse, como ocurriría si tuviera pezuñas o cascos.

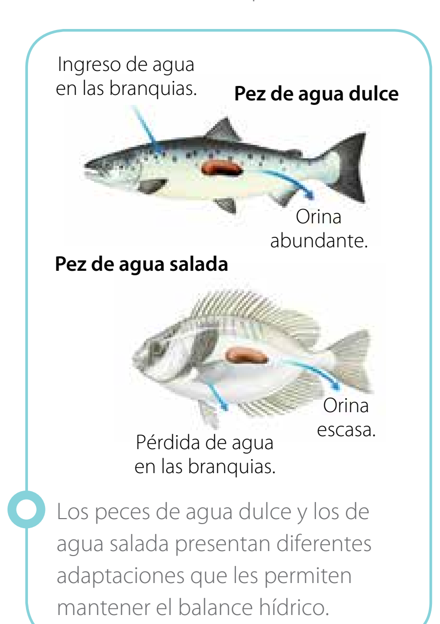
¿Qué es una población?

Entre la vegetación del Parque Nacional Lanín, en la provincia de Neuquén, se destaca un árbol conocido como pehuén, cuyo nombre científico es *Araucaria araucana*. En la precordillera de los Andes, es común encontrar grupos de guanacos (*Lama guanicoe*). Lejos de allí, en la zona de San Pedro, al norte de la provincia de Buenos Aires, el río Paraná alberga, entre otros peces, el dorado (*Salminus maxillosus*).

Los seres vivos que forman parte de cada uno de los grupos nombrados son de la misma especie, comparten el mismo hábitat* (y sus recursos) en un momento determinado y, además, interaccionan entre ellos. Son estas características las que definen que cada uno de esos grupos constituya una **población**.

Los individuos que forman parte de la misma población muestran semejanzas entre sí, pero no son absolutamente iguales. Refiriéndose a esto, Charles Darwin escribió en su libro *Sobre el origen de las especies*: "Las muchas aunque ligeras diferencias que aparecen en las crías procedentes de los mismos padres, o que podemos presumir que han tenido un mismo origen por haber sido observadas en individuos de la misma especie confinados a una misma localidad, pueden ser llamadas *diferencias individuales*. No hay nadie que suponga que todos los individuos de la misma especie han sido fundidos, digámoslo así, en el mismo molde". Estas ligeras variaciones entre los individuos de una población representan una de sus características más importantes.

Los integrantes de una población se reproducen entre sí, tienen necesidades de alimentos muy semejantes y se distribuyen en el terreno según la disponibilidad de recursos. Entre ellos, puede haber situaciones de cooperación o de competencia. También interaccionan con el ambiente, es decir, con el suelo, el agua, los factores del clima y la luz del Sol. Toda esta compleja red de interacciones podría generar cambios en una población a lo largo del tiempo.



Los peces de agua dulce y los de agua salada presentan diferentes adaptaciones que les permiten mantener el balance hídrico.

Las adaptaciones de los seres vivos

Una pregunta que se hicieron los científicos en distintas épocas es: ¿los peces tienen forma hidrodinámica, aletas y branquias porque habitan en el medio acuático o, al revés, pueden habitar en el medio acuático porque tienen estas características? La opción correcta es la segunda. Los seres vivos pueden permanecer en un medio determinado porque poseen las características necesarias para hacerlo.

Aquellas características que les permiten a los seres vivos permanecer y sobrevivir en su ambiente, se denominan **adaptaciones**. Una característica, para ser una adaptación, debe cumplir ciertos requisitos.

- **Se hereda genéticamente**: es decir, pasa de una generación a la siguiente.
- **Es funcional**: cumple con su función característica. Por ejemplo, las aletas les permiten a los peces trasladarse y orientar su desplazamiento en el medio acuático.
- **Es adaptativa**: si hay un cambio en el ambiente, se espera que prospere a lo largo de las generaciones la característica que da respuesta a ese cambio.

*GLOSARIO

* **Hábitat:** lugar de condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad.

Diferentes tipos de adaptaciones

Los biólogos distinguen tres grandes tipos de adaptaciones: fisiológicas, morfológicas (o anatómicas) y de conducta.

Adaptaciones fisiológicas: están relacionadas con procesos y funciones internos.		**Adaptaciones morfológicas o anatómicas**: tienen que ver con las características del cuerpo y sus estructuras.		**Adaptaciones de conducta**: permiten dar diferentes respuestas en situaciones de peligro, búsqueda de alimento, lucha, apareamiento o cuidado de la cría.	
					
La ecolocación en los murciélagos es una adaptación que les permite desplazarse y ubicar a las presas cuando la oscuridad es total.	Las branquias de los peces y otros animales acuáticos son una adaptación que permite captar el oxígeno disuelto en el agua.	El mimetismo es una adaptación por la que determinados animales se confunden con el medio; así evitan a los predadores o engañan a las posibles presas, como ocurre con el pez escorpión, que se mimetiza con el fondo marino.	Las hojas modificadas como espinas, que reducen la transpiración, son una de las adaptaciones de los cactus a los ambientes con poca disponibilidad de agua.	En la época en que las hembras ponen los huevos, el pingüino emperador migra a regiones cercanas al polo donde el macho los empolla. Este comportamiento aleja de los pichones a los posibles predadores.	Ante situaciones de peligro, el pez globo se hincha y aumenta varias veces su volumen; de este modo, atemoriza al atacante y evita que pueda tragarlo.

Los seres vivos presentan estos tipos de adaptaciones, que son diferentes según el ambiente donde viven. De este modo, es posible que sus poblaciones se mantengan a través del tiempo. Estas características favorecen las respuestas a los cambios del ambiente y a situaciones de interacción con otros seres vivos.

A lo largo del tiempo, las pequeñas diferencias en las adaptaciones entre los integrantes de una misma población determinan que no todos puedan responder del mismo modo a los cambios. Debido a esto, no todos tendrán la misma capacidad de reproducirse. Si la situación se mantiene, podría originar la desaparición de algunos individuos con cierta característica que no es favorecida y, en algunos casos, la extinción de la población entera. Como los individuos que más se reproducen son los que presentan la variación que mejor responde al cambio del ambiente, esta puede terminar siendo una adaptación de la población entera.

En la Tierra, a través del tiempo, se producen continuos procesos de cambio en el ambiente y en los seres vivos. Las modificaciones en los seres vivos se originan en procesos biológicos sobre los cuales el ambiente variable tiene una influencia clave. Las ideas acerca de estos procesos fueron cambiando a lo largo de la historia.



ACTIVIDADES *Análisis de un ejemplo*

1. **Miren** el video *Adaptaciones de los seres vivos* en: http://goo.gl/lC5chL
   a. **Elaboren** dos preguntas sobre el contenido del video. Pueden ser para consultar por un tema que no se explica o sobre un contenido que sí se presenta en él.
   b. **Elijan** tres seres vivos que aparecen en el video y **busquen** una adaptación en cada uno de ellos. **Justifiquen** sus elecciones.

2. **Observen** la imagen del ave volando y **marquen** con un círculo cuáles de las siguientes características de las aves constituyen adaptaciones relacionadas directamente con el vuelo.
   esqueleto liviano – forma aerodinámica – presencia de una glándula que secreta grasa – fecundación interna – homeotermia (temperatura interna regulada) – huevos con cáscara dura – dos grandes músculos pectorales – pico córneo sin dientes – dos miembros anteriores modificados en alas – presencia de buche

2. Primeras ideas sobre la evolución

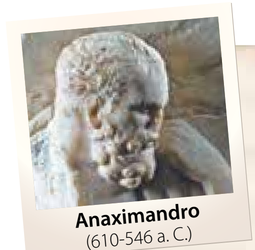
Claves
- Creacionismo
- Fijismo
- Transformismo

Desde hace más de veinticinco siglos, los seres humanos comenzaron a observar la naturaleza y a investigar la variedad y la cantidad de especies existentes. Muchos se preguntaron: ¿la biodiversidad cambia con el paso del tiempo? Frente a este interrogante, existieron distintas respuestas a lo largo de la historia.

Ideas evolutivas en la Antigüedad

La variedad de seres vivos ha cambiado mucho desde que la vida surgió en la Tierra hace 3.800 millones de años. En nuestros días, parece no haber dudas acerca de que los organismos actuales son muy diferentes a los que habitaron el planeta en el pasado, además de que las formas de vida que hoy conocemos tienen una historia en común, tal como se vio en el capítulo anterior. No obstante, las ideas sobre el cambio en los seres vivos no siempre fueron aceptadas. A lo largo de la historia, se han generado diferentes concepciones acerca de la evolución de la vida.

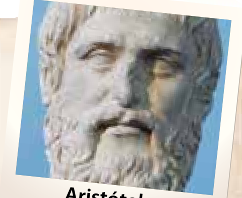
Entre los siglos VII y IV a. C., los filósofos de la antigua Grecia basaron sus ideas sobre los seres vivos, en observaciones de los hechos naturales.


Anaximandro
(610-546 a. C.)

Este reconocido pensador griego, en sus ideas sobre la biodiversidad, dejaba claro que existían cambios en los seres vivos. Según sostenía, los animales superiores se formaron a partir de animales inferiores: "En el comienzo, el hombre era como otro animal, a saber, un pez". Así expresó el cambio de los seres vivos a través del tiempo. Este planteo es uno de los primeros que se conocen sobre la idea de cambio en los seres vivos.


Platón
(427-347 a. C.)

Este filósofo griego postuló la existencia de "formas esenciales" o ideales, que permanecen fijas, no cambian y se encuentran en un plano diferente del que percibimos con los sentidos. Lo que podemos ver o tocar son formas (objetos y seres vivos) que reflejan de manera imperfecta la forma ideal que no cambia. Según Platón, por ejemplo, los elefantes son diferentes entre sí y son reflejos imperfectos de un único modelo de "elefante ideal". Las diferencias entre todos los elefantes son mínimas e insuficientes para explicar que estos cambian a través del tiempo. Entonces, la inmutabilidad de los elefantes y cualquier otro ser vivo se explica como una interpretación imperfecta de una idea perfecta y, por lo tanto, inmutable.


Aristóteles
(384-322 a. C.)

Fue uno de los primeros naturalistas que postuló la existencia de un orden ya establecido en el mundo natural. Organizó a los seres vivos en dos reinos, el animal y el vegetal. Clasificó alrededor de quinientos animales en once grupos diferentes, tomando en cuenta la complejidad y la función de las estructuras y el desarrollo de los embriones, pero no consideraba que hubiera relación entre los grupos. Para Aristóteles, dentro de los seres vivos existen distintas jerarquías. En consecuencia, propuso su "gran cadena del ser" o "escala natural", donde ubicó a los seres vivos desde los más simples hasta los más complejos. En la base de la "gran cadena del ser", ubicó la materia inanimada, luego las plantas inferiores y superiores, los animales primitivos (como esponjas, medusas, insectos, arañas, moluscos, cangrejos, langostas, calamares, pulpos, etc.), los peces, los cetáceos, los reptiles, los anfibios, las aves, los mamíferos y los seres humanos. Por sobre todos los seres vivos, se encontraría Dios. Esta organización era inmutable, es decir, no cambia a través del tiempo, por lo que la concepción aristotélica se enmarca dentro de las ideas **fijistas**.


Edad Media

Entre los siglos V y XV se relacionaron las ideas de inmutabilidad de Aristóteles con las ideas religiosas, tomando como base la Biblia. Por lo tanto, se mantuvieron las ideas fijistas y las creacionistas. El **creacionismo** postuló que los seres vivos son creados por Dios y no cambian a través del tiempo.

Ideas modernas sobre el cambio de los seres vivos

Desde fines del siglo XV, los naturalistas europeos formaban parte de las tripulaciones en los viajes que las monarquías nacionales organizaban para comercializar bienes y colonizar nuevas tierras. Como consecuencia, esos naturalistas pudieron observar una variedad de seres vivos que, hasta ese momento, nunca habían visto y que podían ser similares o no a los que ya conocían.

A partir del siglo XVII, se produjeron avances en todas las ciencias. Este renacer de las ciencias impactó en el conocimiento de más seres vivos, ya que a la variedad de organismos que se captan a simple vista se sumó la diversidad de seres vivos imperceptibles que se hicieron evidentes gracias al microscopio, una herramienta nueva para los científicos.



Carl von Linné
(1707-1778)

Fue uno de los estudiosos de la naturaleza más conocidos de aquella época. Linné pensaba que los seres vivos no cambiaban y que eran el resultado de una creación divina. Se dedicó al estudio de las plantas, a las que clasificó teniendo en cuenta las ideas de jerarquías inmutables de Aristóteles. En este sentido, afirmaba que su clasificación reflejaba el plan divino de la Creación, puesto que consideraba que los seres vivos existentes son los productos de la creación divina. Es curioso y paradójico, al hacer una mirada retrospectiva, que el trabajo de Linné para clasificar seres vivos inmutables haya sido la base para que renazcan las ideas de los pensadores griegos sobre el cambio de los seres vivos. A pesar de sus ideas fijistas y creacionistas, la clasificación de Linné permitió observar las similitudes y diferencias entre los grupos, y deducir que algunos de ellos provenían de otros.

Conde de Buffon
(1707-1788)

Este naturalista francés defendió las ideas del cambio en los seres vivos. En oposición a Linné, Buffon sostenía que una clasificación debe mostrar las relaciones que unen a los seres vivos, es decir, las que contemplan lo que tienen en común y no lo que los diferencia. En consecuencia, propuso que tanto los animales como los vegetales habrían tenido su origen en un solo ser vivo y que estos fueron transformándose unos en otros. Esta idea de transformación de los seres vivos se conoce como **transformismo**. Además, Buffon apartó del ámbito de los estudios científicos la figura de Dios como creador de los seres vivos. Para él, la naturaleza es activa, capaz de reconstruir y encadenar procesos. Observó que los seres vivos se reproducen más rápidamente de lo que aumentan los alimentos disponibles, lo que lleva a una lucha para sobrevivir. También propuso que, entre los individuos de un mismo grupo, hay diferencias.



Georges Cuvier
(1769-1832)

Se reconoce a este naturalista francés como "el padre de la paleontología", la ciencia que estudia los fósiles. Con su afirmación acerca de que los fósiles son rastros de seres vivos que desaparecieron en alguna catástrofe, fue el primero en proponer el concepto de **extinción** de seres vivos. Según Cuvier, luego de una extinción, hay una nueva creación divina, con seres vivos diferentes a los anteriores. Además, consideró que, si la Tierra tenía solo unos miles de años (como se creía en ese momento), no era tiempo suficiente para que los seres vivos se hubieran transformado en otros diferentes. Así, sus ideas defendían el fijismo, el creacionismo y el catastrofismo. Según Cuvier, los únicos cambios en los seres vivos no son lentos, sino bruscos y se dan durante el desarrollo de los embriones.

ACTIVIDADES *Conceptos y relaciones*

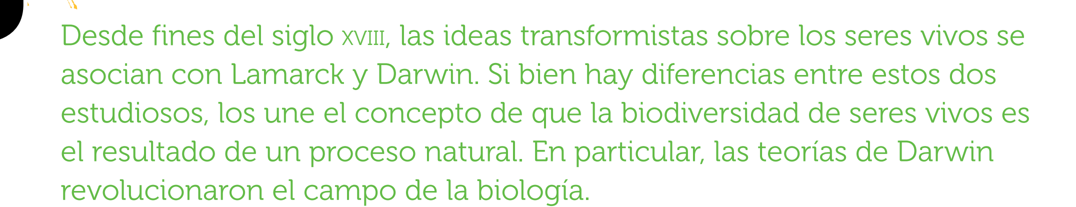
1. **Identifiquen** a cada pensador según sus ideas se relacionen con el fijismo (**F**) o el transformismo (**T**).

   ☐ Anaximandro ☐ Aristóteles ☐ Buffon
   ☐ Platón ☐ Linné ☐ Cuvier

2. **Contesten**: ¿qué es la "gran cadena del ser" postulada por Aristóteles?
3. **Expliquen** en qué puntos se relacionan las teorías de Platón, Aristóteles, Linné y Cuvier.
4. **Realicen** un cuadro comparativo con las ideas de Anaximandro y Buffon.
5. **Comenten**: ¿por qué, a pesar de las ideas fijistas de Linné, su clasificación de los seres vivos sirvió de base a las ideas del transformismo?

3. La teoría de la evolución

Claves
- Hipótesis de Lamarck
- Evolución por selección natural
- Postulados de la teoría de Darwin
- Selección artificial



Desde fines del siglo XVIII, las ideas transformistas sobre los seres vivos se asocian con Lamarck y Darwin. Si bien hay diferencias entre estos dos estudiosos, los une el concepto de que la biodiversidad de seres vivos es el resultado de un proceso natural. En particular, las teorías de Darwin revolucionaron el campo de la biología.

El cambio según Lamarck



Estatua de Jean-Baptiste Lamarck en el *Jardin des Plantes*, de París.

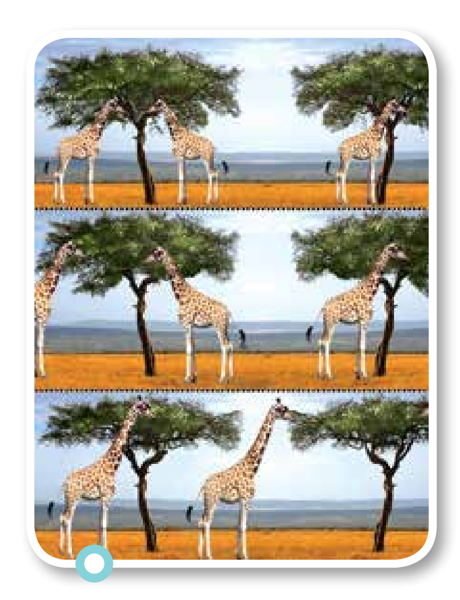
En naturalista francés Jean-Baptiste de Monet, caballero de Lamarck (1744-1829), trabajó en los jardines del rey de Francia, que fueron cerrados después de la Revolución Francesa y, por sugerencia suya, fueron transformados en el Museo de Historia Natural de París. Luego de la Revolución, se dedicó a la zoología.

Las ideas de Lamarck sobre la evolución fueron poco aceptadas en su época, ya que Cuvier era muy respetado y sus postulados habían sido avalados por muchos científicos. Estudió y clasificó a los invertebrados y ordenó a los vertebrados. De estas clasificaciones, dedujo que el orden de los diferentes niveles de seres vivos representa los distintos **estados de transformación**, desde lo más simple hasta lo más complejo, que es el ser humano.

Defendió las clasificaciones biológicas que consideran las relaciones entre los diferentes seres vivos y estuvo de acuerdo con la idea de generación espontánea de los organismos más simples o imperfectos a partir de la materia inerte. Según Lamarck, estos organismos se ubicarían en la parte inferior de la clasificación y, por transformaciones, habrían originado los seres vivos más complejos. Asimismo, afirmó que los fósiles tienen relación con los organismos existentes.

Sin embargo, su principal aporte a la ciencia consistió en formular, en su libro *Filosofía zoológica*, una hipótesis para la transformación de los seres vivos.

La hipótesis de los caracteres adquiridos



Lamarck usó las poblaciones de jirafas como ejemplo para explicar sus ideas. Según su hipótesis, la necesidad de las jirafas por alcanzar las hojas de las ramas más altas para alimentarse habría hecho que estirasen sus cuellos generación tras generación. Como resultado, esta adaptación se habría heredado como una característica adquirida.

Lamarck explica la aparición de las nuevas adaptaciones y los cambios en los seres vivos a partir de la idea del uso y desuso de las partes. De acuerdo con esta idea, si una estructura se usa continuamente, se irá desarrollando, fortaleciendo y agrandando; en tanto que las partes que no se usan se deterioran, se debilitan, dejan de cumplir con su función y desaparecen. Según Lamarck, frente a los cambios del ambiente, se produce una necesidad de cambio en los individuos, generada por una "fuerza interna". En consecuencia, las adaptaciones serían una respuesta a dichas necesidades.

De acuerdo con los postulados de Lamarck, el oso hormiguero, por ejemplo, habría perdido sus dientes y alargado su lengua en respuesta a la pérdida del hábito de masticar y a la ventaja de tener una lengua más apropiada para atrapar insectos. Las aves de las orillas de lagos y lagunas, como los flamencos, tendrían patas más largas como resultado de estirarlas para evitar que sus plumas se mojen.

En pocas palabras, los seres vivos sufrirían cambios, a lo largo de su vida, que les proporcionarían ciertas ventajas para sobrevivir en el ambiente que ocupan. Lamarck sostenía que estas ventajas adquiridas durante la vida de un individuo se transmiten de padres a hijos, es decir, se heredan. De ese modo, provocan el desarrollo o la pérdida de estructuras a lo largo del tiempo y, como resultado, el cambio en las especies.

Por esta razón, la hipótesis lamarckiana se conoce como la "idea de la **herencia** de **características** o **caracteres adquiridos**".



La evolución por selección natural

El libro *Sobre el origen de las especies*, de Charles Darwin, cuya primera edición es de 1859, constituye un minucioso trabajo científico que revolucionó la biología. Entre los aportes de esta obra, se destaca la **teoría de la selección natural**.

El conjunto de ideas que propuso Darwin tuvo su germen en la enorme cantidad de datos que recolectó durante su viaje a bordo del barco real inglés *Beagle*, entre el 27 de diciembre de 1831 y el 2 de octubre de 1836. Para construir sus teorías, Darwin estableció relaciones entre los fósiles y las especies vivientes observadas y registradas durante su famoso viaje, la variedad de las especies y la relación entre sus características y sus hábitats. Además, incorporó la teoría del geólogo Charles Lyell (1797-1875) sobre la edad de la Tierra y los cambios graduales en el planeta, y un estudio del economista Thomas Malthus (1766-1834), quien proponía que la población humana crece más rápido que la producción de alimentos que necesita; por eso, no todos los seres vivos podrán sobrevivir.

También tuvo en cuenta que la actividad agropecuaria era proclive a la **selección artificial**. Por ejemplo, los tamberos elegían entre sus vacas a las que producían más cantidad de leche y las hacían reproducir para que sus descendientes tuvieran esa misma característica. Esta actividad humana de selección intencional le permitió pensar a Darwin que el ambiente, a través de sus cambios, ejercía una presión selectiva sobre las poblaciones.

La teoría de la selección natural se basa en los siguientes postulados.

El tamaño de las poblaciones. Si bien, al reproducirse, los integrantes de una población podrían originar mayor cantidad de individuos que los necesarios para reemplazar a los que mueren, las poblaciones se mantienen constantes. Esto indica que no todos tienen crías o que un buen número de ellas mueren jóvenes, sin llegar a reproducirse. Los seres vivos compiten entre sí por el alimento y por el lugar dentro de su misma población o con individuos de otra población. A veces, disminuye el número de individuos. A esto Darwin lo llamó la **lucha por la supervivencia**: sobreviven los individuos que tengan las características apropiadas para lograrlo.

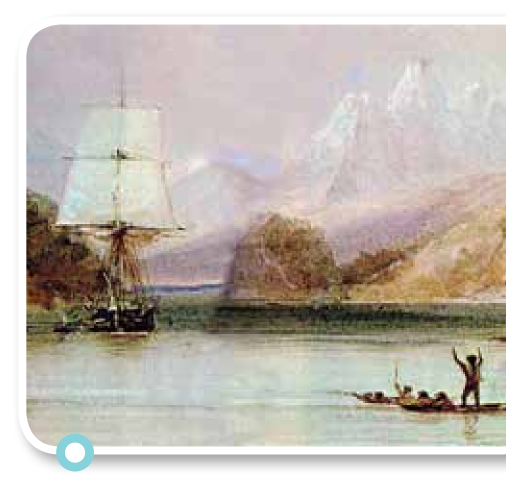
Variabilidad. Los individuos de una especie presentan diferencias en sus características. Estas variaciones aparecen al azar y pasan a la descendencia. Algunas de estas variantes pueden ser positivas, porque les permiten vivir en determinado ambiente, pero negativas en otro ambiente.

Selección natural. Los cambios producidos en el ambiente provocan la selección de aquellos individuos con las mejores adaptaciones, es decir, con las características que les permiten vivir y sobrevivir en ese ambiente. Esta situación Darwin la formuló como la **supervivencia del más apto**.

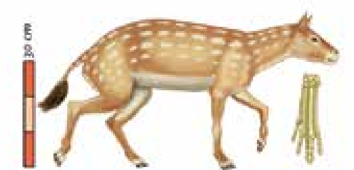
Reproducción diferencial. Los organismos que sobreviven a los cambios podrán reproducirse en mayor cantidad. Así, en las próximas generaciones más individuos irán presentando la característica, que les permitió sobrevivir a sus progenitores.

ACTIVIDADES *Análisis de un ejemplo*

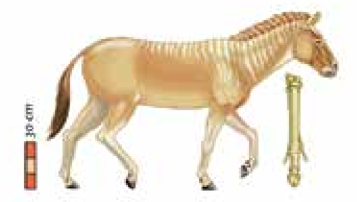
- **Relean** la explicación acerca del cuello largo de la jirafa según la teoría de Lamarck. Luego, **formulen** la explicación que daría Darwin para el mismo fenómeno, teniendo en cuenta la teoría de la selección natural.



Esta acuarela del dibujante de a bordo, Conrad Martens, muestra a un grupo de pobladores originarios de Tierra del Fuego recibiendo al *Beagle*.



Eohippus (hace 60 millones de años)



Pliohippus (hace 7 millones de años)



Equus (desde hace 3 millones de años)

Las evidencias fósiles muestran que los antepasados del caballo son diferentes a los caballos actuales. Las variaciones de tamaño, patas y pezuñas serían el resultado de los postulados propuestos por Darwin. Por ejemplo, la selección natural favoreció la característica "patas musculosas y pezuñas", que permiten correr a gran velocidad sobre suelos duros.

Las islas Galápagos, laboratorio de la naturaleza

El archipiélago de las Galápagos, que Charles Darwin visitó en 1835, presenta llamativos ejemplos que lo llevaron a reflexionar acerca de la variación progresiva de las especies en condiciones de aislamiento geográfico. Los apuntes que Darwin tomó en su recorrido le servirían para desarrollar, años más tarde, la teoría de la selección natural.



Al partir de las islas Galápagos, Darwin empezó a unir las claves como piezas de un rompecabezas. Los animales del archipiélago (como las iguanas, las tortugas o los pinzones) habían llegado a las islas desde el continente americano cuando las islas se formaron, mucho tiempo atrás. Una vez instaladas en las distintas islas, las poblaciones evolucionaron a lo largo de millones de años cada una por su parte, de manera aislada, y fueron diferenciándose entre sí.

Darwin encontró tortugas gigantes en cada isla del archipiélago: "Los ejemplares alcanzan un tamaño inmenso; el vicegobernador de la colonia nos dijo que ha visto algunos tan grandes que fueron necesarios de seis a ocho hombres para alzarlos del suelo". Como era frecuente en esa época, comió carne de tortuga y reconoció que los ejemplares más jóvenes eran excelentes para preparar sopa. A su regreso, al analizar los datos recolectados durante el viaje, se dio cuenta de que cada isla tenía tipos únicos de tortugas (hoy identificados como diferentes subespecies). Esta observación fue un dato clave para su teoría acerca de cómo evolucionan las especies.

"Cuando estaba como naturalista a bordo del *Beagle*, buque de la marina real, me impresionaron mucho ciertos hechos que se presentan en la distribución geográfica de los seres orgánicos que viven en América del Sur, y en las relaciones geológicas entre los habitantes actuales y los pasados de aquel continente. Estos hechos parecían dar alguna luz sobre el origen de las especies, este misterio de los misterios…".

Carles Darwin, *Sobre el origen de las especies*, "Introducción".



Resultaba sorprendente comprobar lo confiados que eran los animales. "Los pájaros se acercaban a tan corta distancia que hubiera sido posible matar a unos cuantos con un bastón". Recolectó ruiseñores de varias islas del archipiélago y, más tarde, observó que distintas especies vivían en diferentes islas. De vuelta en Inglaterra, el ornitólogo John Gould lo ayudó a realizar una observación fundamental acerca de unos pájaros llamados "pinzones", de los cuales identificaron trece especies. "Estos pájaros son los más singulares del archipiélago, ya que presentan una gradación casi perfecta en la forma de sus picos".

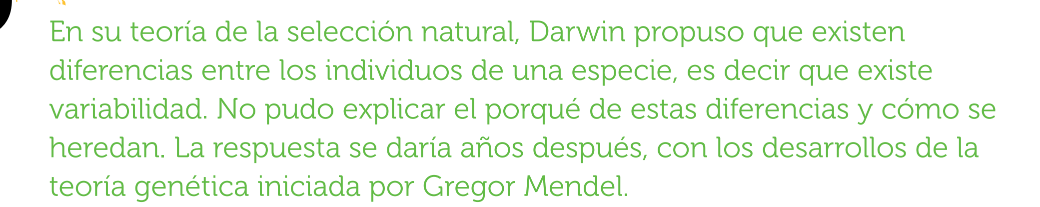
"La historia de la vida en este archipiélago es sumamente curiosa, como si se tratara de un mundo en miniatura. La mayor parte de sus habitantes, tanto vegetales como animales, no existen en ninguna otra parte; no obstante, todos muestran una marcada relación con los de América, aunque estén separados de este continente por una gran extensión oceánica de unos 1.000 kilómetros". Observó cómo las iguanas, tanto las terrestres como las marinas, se hallaban adaptadas a sus respectivos ambientes. Al analizar el contenido estomacal de las iguanas marinas, descubrió que estaba formado por algas. "Estas iguanas, a diferencia del resto de las conocidas en el mundo, son diestras nadadoras y buceadoras, perfectamente adaptadas a la vida oceánica".

En la mañana del 17 de septiembre de 1835, el *Beagle* arribó a la isla de San Cristóbal, que como las otras se eleva con un paisaje poco abrupto y redondeado, interrumpido cada tanto por montículos dispersos, que son los restos de antiguos cráteres. Más tarde, Darwin escribió: "Nada podía ser menos seductor que la primera impresión. Un campo quebrado de lava basáltica negra, expuesto a las más encrespadas olas y cruzado por grandes fisuras, está cubierto por arbustos raquíticos y tostados por el Sol. La seca superficie, calentada por el Sol de mediodía, producía una sensación de aire cerrado y sofocante, como el salido de un horno".

En la actualidad, las islas Galápagos son un área natural protegida. Además, han sido declaradas Patrimonio de la Humanidad por la Unesco.

4. Las causas de la biodiversidad

Claves
- Genes
- Frecuencia alélica
- Acervo genético
- Migración genética



En su teoría de la selección natural, Darwin propuso que existen diferencias entre los individuos de una especie, es decir que existe variabilidad. No pudo explicar el porqué de estas diferencias y cómo se heredan. La respuesta se daría años después, con los desarrollos de la teoría genética iniciada por Gregor Mendel.



Aprender con infografías
Las infografías transmiten información utilizando como soporte una imagen, a partir de la cual se realizan explicaciones, descripciones o interpretaciones. Exploren en internet diferentes infografías vinculadas a la evolución de los seres vivos.

La información genética

Hoy sabemos que las células de todos los seres vivos contienen en su interior ADN (ácido desoxirribonucleico), que posee la información de las características de cada ser vivo, que es transmitida de una generación a otra. La información para cada una de las características se encuentra en fragmentos del ADN llamados **genes**. Según la cantidad y variedad de genes, es posible establecer parentescos entre especies.

Los genes poseen diferentes variantes llamadas **alelos**. Para cada gen que determina una característica de un organismo puede haber uno o más alelos o variantes. En el caso de la reproducción sexual, se heredan solo dos alelos por cada gen. Si se recibe el mismo alelo de ambos progenitores, el individuo es **homocigótico**; si se reciben alelos diferentes, el individuo será **heterocigótico**. Por ejemplo, para el color de pelo, las personas rubias heredan los dos alelos para pelo rubio, mientras que las de pelo castaño pueden heredar los dos alelos para pelo castaño solamente, o bien un alelo para pelo castaño y uno para pelo rubio. La persona con pelo castaño será homocigótica en el primer caso y heterocigótica en el segundo.

El desciframiento de las leyes que rigen la herencia de las características de las especies contribuyó a descubrir la forma en la que se transmiten de padres a hijos los caracteres, entre los que se encuentran los que resultan beneficiosos para sobrevivir en un ambiente determinado. De esta manera, los aportes de la genética permiten comprender los mecanismos de la herencia de las características sometidas a la selección natural propuesta por Charles Darwin.





El cambio del ambiente en el cual habitaban los conejos produjo una variación tanto del acervo genético como de la frecuencia de los alelos. Los individuos de pelo negro se confunden con el ambiente (tierra oscura) y tienen mayores posibilidades de pasar inadvertidos para los predadores.

La evolución y la variación genética

El **acervo genético** es el total de genes presentes en una población. Por lo tanto, incluye todos los alelos diferentes de todos los genes, mientras que la **frecuencia de los alelos** es el porcentaje de los diferentes alelos de cada gen.

Por ejemplo, tomemos una población de conejos en la cual hay individuos blancos y negros en un ambiente; se produce un cambio en la vegetación por una gran sequía, el terreno se oscurece y los conejos blancos empiezan a ser capturados por los predadores en mayor proporción que los negros, por lo que disminuye su número. De esta forma, decrecen las posibilidades de los conejos blancos para reproducirse. En consecuencia, el acervo genético de la población se modificó, porque disminuyeron los alelos para el color blanco. Ya que los blancos son homocigóticos para el alelo blanco, disminuye la frecuencia de estos alelos. En este caso, la característica que favoreció la selección natural es el pelaje oscuro. La evolución en esta población se verá a través del aumento de los individuos de pelaje oscuro, ya que tienen más posibilidades de reproducirse y pasarán este alelo a la descendencia. Como consecuencia, aumenta la frecuencia del alelo para el pelaje negro.

Así, se demuestra que la selección natural favorece determinadas características presentes en ciertos individuos de la población y no en otros.

Las mutaciones

Las **mutaciones** son cambios que se producen en la estructura del ADN al duplicarse y copiarse durante la división celular. No están predeterminadas y serán beneficiosas o perjudiciales según el ambiente y el individuo. Si la mutación ocurre cuando se forman las células sexuales y tiene algún efecto, se verá en las generaciones siguientes.



El material genético de las bacterias causantes de enfermedades atraviesa mutaciones que, en algunos casos, conducen a que se seleccionen naturalmente poblaciones resistentes a los antibióticos. Para evitar que estos medicamentos pierdan rápidamente su eficacia, deben tomarse solo cuando los prescribe el médico.

Las migraciones genéticas

En relación con la herencia y la evolución, la **migración genética** permite explicar el pasaje de genes de una población a otra. Este fenómeno se produce cuando hay intercambio de genes entre poblaciones de la misma especie; el flujo o migración de genes mantiene a las poblaciones en la misma especie.

Si dos poblaciones de la misma especie no intercambian sus genes, es decir, si están aisladas sexualmente, existe la posibilidad de que evolucionen por separado. Así, los acervos genéticos pueden llegar a diferenciarse al extremo de que, con el tiempo, las poblaciones sean incompatibles sexualmente. Como consecuencia, la incompatibilidad sexual hará que las poblaciones formen especies distintas.

Las ventajas de la adaptación

Los diferentes alelos pueden determinar características positivas, negativas o neutras, según el ambiente. Si la característica es favorable, los individuos que la poseen tendrán mayor posibilidad de reproducción y de que esas características favorables pasen a la descendencia. Esta es la medida del éxito de la selección natural. En este caso, la selección actúa en forma positiva, aumentando la frecuencia de esos alelos en la especie a través del tiempo. Por el contrario, la selección natural puede conducir a la extinción de una especie.

No siempre la selección natural se produce por cambios en el ambiente; también, interviene la competencia por el alimento o por las hembras entre individuos machos de la misma especie. En algunas poblaciones, si algunos individuos no pueden aparearse porque en la población hay machos que ganaron la pelea por las hembras, esos individuos no poseen la característica necesaria y, en consecuencia, no podrán dejar descendencia.

ACTIVIDADES *Análisis de un ejemplo*

- **Lean** y **comenten** el siguiente caso. Las preguntas pueden servir como orientación.

La población de elefantes marinos del norte de California sufrió una caza intensiva a fines del siglo XIX; como consecuencia, sobrevivieron alrededor de veinte individuos y la especie estuvo a punto de extinguirse. Actualmente, luego de que se aplicaran leyes de protección, existen casi treinta mil individuos, pero los estudios genéticos demuestran que hay solo un tipo de alelo para varios de los genes. El estudio de 124 cachorros mostró que eran homocigóticos para muchas características.



a. ¿Cómo es la variabilidad genética de la población actual de estos elefantes marinos?
b. ¿Cuál podría ser la causa?
c. ¿Qué consecuencias podría tener esta situación para la población de elefantes marinos del norte de California?

5. Una nueva aproximación a la noción de especie

Claves

- Concepto biológico de especie
- Especiación
- Aislamiento geográfico
- Especiación simpátrida

El término *especie* proviene del latín, del vocablo *species*, que significa "apariencia, forma, clase, tipo, categoría". Todos estos sentidos se mantienen, de algún modo, en el significado científico con que usamos la palabra actualmente. La definición de *especie*, dentro de la biología, ha ido cambiando a través del tiempo, a medida que aumentaba el caudal de conocimientos sobre los seres vivos.

La noción de especie a lo largo de la historia

En la Grecia antigua, Aristóteles proponía clasificar los seres vivos según la similitud de sus características. Además, sostenía que los integrantes de cada grupo originaban individuos similares a ellos.

En el siglo XVIII, el naturalista francés Carl von Linné clasificó gran cantidad de plantas, tomando en cuenta sus flores y hojas. Según su opinión, una especie es un conjunto de seres vivos semejantes, que presentan una o más características en común. Estas características permiten clasificarlos en una misma categoría. De este modo, la especie es el nivel de clasificación más particular, mientras que varias especies semejantes forman un segundo nivel llamado **género**. Por eso, en la nomenclatura binomial creada por Linné para nombrar a las especies, en primer lugar aparece el género, que se escribe con mayúscula, seguido por el nombre que precisa la especie. Por ejemplo, el género Panthera abarca una variedad de cinco especies: el jaguar (*Panthera onca*), el león (*Panthera leo*), el tigre (*Panthera tigris*), el leopardo (*Panthera pardus*) y el leopardo de las nieves (*Panthera uncia*).

En determinadas especies, como el pavo real (*Pavo cristatus*), las notables diferencias entre la hembra y el macho hacen que la noción de especie como grupo de organismos similares sea cuestionable.



El concepto actual de especie

En el siglo XIX, el concepto de especie cambió a partir de las propuestas evolutivas de Darwin: se comenzó a dar una gran importancia a la variabilidad, y también a los mecanismos que llevan a la evolución de las especies. A principios del siglo XX, se vuelve a considerar el cruzamiento entre individuos de una especie, como característica fundamental. Teniendo esto en cuenta, se propone el **concepto biológico de especie** (CBE): "Las especies son grupos de poblaciones naturales que se entrecruzan, o potencialmente pueden hacerlo, y están aislados reproductivamente de otros grupos. Las especies se delimitan por las características que les son propias, más que por aquellas que las diferencian de las otras". Esta definición es la más aceptada en la actualidad; sin embargo, siguen las discusiones.

En muchas ocasiones se utilizan como sinónimos, para referirse a los grupos de seres vivos, los conceptos de *población* y *especie*. Sin embargo, hay que tener en claro que se trata de conceptos distintos. Una especie es un conjunto de organismos con características similares, capaces de reproducirse entre sí y que, como consecuencia, pueden engendrar organismos semejantes que, a su vez, puedan tener descendencia. Por su parte, una población es un conjunto de organismos de la misma especie que conviven en la misma área en un momento dado.

Los híbridos son descendientes de individuos de especies distintas, aunque cercanas evolutivamente. El cebrasno, por ejemplo, se origina del cruce de una cebra macho y una burra. Generalmente, los animales híbridos son estériles, es decir, no pueden tener descendencia.

La especiación

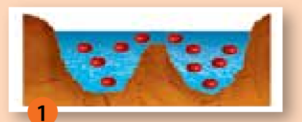
Se denomina **especiación** al proceso de formación de nuevas especies. Para que esto ocurra, poblaciones de una misma especie deben quedar aisladas y debe producirse en ellas un cambio importante de la variabilidad genética. Debe ser tal que, si dos individuos de ambas poblaciones se aparean, la descendencia no será fértil, no podrá reproducirse.

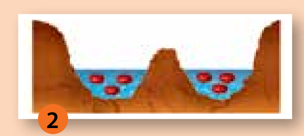
El aislamiento de poblaciones

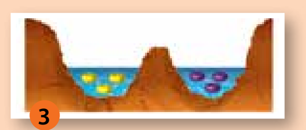
El aislamiento geográfico entre poblaciones puede darse por una barrera geográfica; por ejemplo, una isla en la que ocurre un terremoto importante y queda dividida en dos sectores. En el caso de que parte de la población quede aislada por una barrera geográfica persistente en el tiempo, dará origen a una nueva especie.

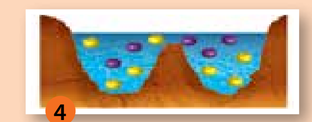
El aislamiento puede darse también por la distancia entre ambas poblaciones. En estos casos, no se produce migración genética ni tampoco flujo de genes entre las dos poblaciones. Ambas poblaciones irán teniendo cambios genéticos, y las diferencias entre los grupos serán cada vez mayores.

El ambiente también actuará de forma diferente sobre las dos poblaciones, generando la variación de la secuencia de alelos, con la consecuente aparición de nuevas características. Esto llegará a causar que se pierda la capacidad de reproducción entre individuos de ambas especies.


1 Población inicial.


2 Surgimiento de una barrera geográfica.


3 Las poblaciones quedan sometidas a la selección natural y evolucionan por separado.


4 Luego de millones de años, la barrera desaparece y las poblaciones pueden estar en contacto, pero como sus acervos genéticos se modificaron, los individuos no pueden reproducirse y dejar descendencia fértil.

La especiación en poblaciones que habitan en la misma región

Se llama "especiación simpátrida" al proceso de formación de especies a partir de una misma población sin que se establezca previamente una barrera geográfica.

Cuando distintos grupos de individuos de una misma población modifican sus hábitos y realizan un uso diferencial de los recursos presentes en el ambiente (luz, humedad, alimento, etc.), se da un proceso de aislamiento ecológico. Cada una de las fracciones de la población original utiliza diferentes recursos de un mismo ambiente y, en consecuencia, constituye un nuevo nicho ecológico. A través del tiempo, los grupos se diferencian y se adaptan a las diferentes condiciones y forman nuevas especies.





1 La población ocupa el ambiente de forma homogénea.

2 Cada parte de la población ocupa diferentes sitios dentro del mismo ambiente y se adapta a sus condiciones.

3 Las nuevas especies poseen nichos ecológicos diferentes que no se superponen, por lo cual no hay competencia.

ACTIVIDADES *Análisis de un ejemplo*

- **Lean** el siguiente texto y **resuelvan** las consignas.

En una isla se produce una erupción volcánica. Parte de una población de iguanas queda de un lado de una acumulación de lava que abarca varios kilómetros, y otra parte de la población queda del otro lado. Al cabo de varios siglos, la erosión desgasta la barrera de lava e individuos descendientes de los dos grupos vuelven a formar parte de la misma comunidad.



a. **Indiquen** qué puede haber ocurrido con las dos partes de la población originaria al cabo de todo ese tiempo.

b. **Respondan**: ¿cuál sería el mecanismo de especiación que podría ocurrir en este caso?



La lucha contra las plagas y la resistencia a los plaguicidas

Desde que los seres humanos comenzaron a cultivar la tierra, la agricultura dio respuesta a la creciente demanda de alimentos a medida que aumentaba la población. Ya desde tiempos remotos, fue necesario proteger los sembrados de lo que habitualmente conocemos como **plagas**: otras plantas que compiten por el suelo (las malezas), insectos u otros animales que afectan los cultivos, arruinan las cosechas y generan cuantiosas pérdidas.

LAS PLAGAS

Miles de especies de insectos son consideradas plagas que destruyen los cultivos. A ellas se suman centenares de especies de plantas consideradas por los agricultores "malas hierbas", ya que se apropian de los nutrientes y el agua, recursos que dejan de estar a disposición de las plantas sembradas por las personas. Además, existen diversos hongos que causan enfermedades capaces de destruir un cultivo rápidamente o de echar a perder los frutos o granos almacenados. Ante tal situación, resulta razonable que los seres humanos hayan buscado métodos para combatir o controlar esos daños. Una de las respuestas más difundidas en la actualidad es el uso de sustancias químicas conocidas como **plaguicidas**.

Hasta la década de 1970, la Argentina era un país que practicaba una agricultura con poco uso de plaguicidas; la mayor parte del desmalezado se realizaba en forma mecánica, arrancando las malas hierbas, lo que implicaba elevados gastos, no aseguraba eficacia y, en consecuencia, producía un bajo rendimiento. En contrapartida, la población que se alimentaba de esos cultivos era significativamente inferior a la actual. ¿Cómo se explica, entonces, que en los siguientes cincuenta años la producción prácticamente se haya quintuplicado? Esto ha sido posible gracias a la incorporación de nuevas tecnologías, a la ampliación de las tierras de labranza y, fundamentalmente, a la introducción de uso extendido de agroquímicos, especialmente plaguicidas.

Sin embargo, el uso masivo de plaguicidas ha tenido sobre los ecosistemas agrícolas efectos perjudiciales, como la contaminación del medio ambiente y la adquisición de resistencia.

DE CÓMO LAS PLAGAS SE VUELVEN RESISTENTES A LOS PLAGUICIDAS

La resistencia es un proceso evolutivo básico que involucra a todos los seres vivos, y puede definirse como la habilidad de una población para tolerar cierta dosis de un tóxico, que



Ejemplar macho de *Diloboderus abderus*. La larva de este insecto produce estragos en los cultivos de trigo, maíz y sorgo en el área pampeana.



Una oruga de *Rachiplusia nu* sobre una hoja de girasol. Esta plaga consume las hojas de plantas de soja, girasol, lino y alfalfa, dejando solo las nervaduras; el ataque puede extenderse rápidamente a la totalidad de un campo cultivado.

para el resto de la especie sería letal. A lo largo de sucesivas generaciones, los insectos y otros organismos considerados plagas de los cultivos han desarrollado elevados niveles de resistencia al ser expuestos a masivas aplicaciones periódicas de plaguicidas, como los clorados, organofosforados, carbonatos y piretroides. Plagas que, al comienzo, fueron afectadas por dosis relativamente bajas de un producto, luego de sucesivas aplicaciones, requirieron cada vez dosis mayores y, al final, terminaron por no ser afectadas. Mediante los mecanismos de la selección natural, los individuos sobrevivientes fueron transmitiendo a sus descendientes los caracteres que los hacían inmunes al plaguicida, hasta que toda la población se volvió resistente.

El uso prolongado de plaguicidas provoca la selección de insectos resistentes y conduce a la pérdida de la susceptibilidad en la población.

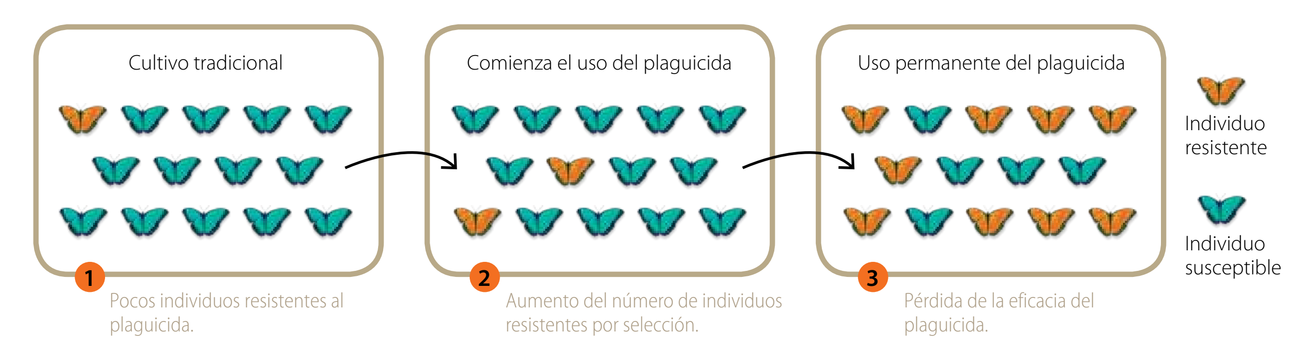
Los genotipos menos susceptibles a la aplicación de plaguicidas dan origen a la población inicial de razas resistentes. En una población normal, sin tratamientos con pesticidas, los genes de resistencia están presentes con un frecuencia baja. El uso prolongado de plaguicidas provoca la selección de insectos resistentes y conduce a la pérdida de la susceptibilidad en la población (es decir, menos individuos serán eliminados por el plaguicida en cada generación). Una vez establecida la resistencia, solo pueden usarse plaguicidas alternativos. Cada nuevo plaguicida seleccionará, a su vez, más mecanismos de resistencia, y cada mecanismo generalmente originará resistencia a varios plaguicidas.

RECOMENDACIONES PARA UN USO EFICIENTE DE LOS PLAGUICIDAS

Para aumentar la vida útil de los plaguicidas se recomienda: a) hacer las aplicaciones con temperaturas bajas, ya que en esas condiciones la toxicidad es mayor; b) limitar el uso únicamente a un área de la región, para que los sobrevivientes no susceptibles se mezclen genéticamente con el resto de la población del área no tratada; c) no aumentar la dosis efectiva inicial; d) rotar el tipo de plaguicida y, en lo posible, evitar el uso de mezclas; e) no realizar dos aplicaciones sucesivas con estos productos para que los sobrevivientes susceptibles de la primera aplicación tengan oportunidad de procrear otros individuos susceptibles, que sean mayoría dentro de la población.

En general, se deben adoptar las siguientes premisas básicas para el manejo de resistencia a plaguicidas: diversificar los factores de mortalidad (por ejemplo, introduciendo el uso de insecticidas biológicos u hormonales), reducir la presión de selección de los principales factores de mortalidad; manejar la población susceptible (creando refugios o liberando individuos susceptibles para que se mezclen con los resistentes); monitorear los niveles de resistencia para lograr su detección temprana y predecir riesgos, y, por último, promover la resistencia en los enemigos naturales de las plagas. •

Extractado y adaptado de: Fernández, Nancy et al., *Los plaguicidas aquí y ahora*, Buenos Aires, Ministerio de Educación de la Nación, 2012; y Sosa, María Ana, *Consideraciones generales sobre resistencia de los insectos con especial referencia a los piretroides*, Reconquista, Santa Fe, INTA, 1992.



1 Pocos individuos resistentes al plaguicida.

2 Aumento del número de individuos resistentes por selección.

3 Pérdida de la eficacia del plaguicida.

ACTIVIDADES *Análisis de un ejemplo*

1. **Lean** el siguiente caso y **señalen** la analogía con lo que sucede en el caso de los plaguicidas.

   Cuando se le pone un insecticida a una población de cucarachas por primera vez, aunque no mueren todas las cucarachas, el efecto es mucho mayor que en las veces siguientes.

2. **Comenten** teniendo en cuenta lo que aprendieron en el capítulo.

   a. ¿Por qué no mueren todas las cucarachas cuando se aplica el insecticida?

   b. ¿Por qué el efecto de esas aplicaciones es cada vez menor?

   c. ¿Cómo explicarían Lamarck y Darwin esta situación?



Repaso

1. **Unan** cada concepto con la definición que le corresponde.

- Adaptaciones
- Especies
- Transformistas
- Mutaciones
- Población
- Selección natural
- Fijistas

- Grupo de seres vivos de la misma especie, que comparten el mismo hábitat en un momento determinado y, además, interaccionan entre ellos.
- Características que les permiten a los seres vivos permanecer y sobrevivir en su ambiente.
- Pensadores que, como Aristóteles, sostienen que los seres vivos no cambian a lo largo del tiempo.
- Pensadores que, como Buffon, sostienen que todos los seres vivos habrían tenido su origen en uno solo y que, a lo largo del tiempo, fueron transformándose unos en otros.
- Proceso por el cual sobreviven los individuos que presentan mejores adaptaciones ante los cambios en un ambiente.
- Cambios que se producen en la estructura del ADN al duplicarse y copiarse durante la división celular.
- Grupos de poblaciones naturales que se entrecruzan, o potencialmente pueden hacerlo, y están aislados reproductivamente de otros grupos.

2. Tanto Lamarck como Darwin formularon hipótesis para explicar la evolución de las especies. **Identifiquen** qué explicación corresponde a cada uno y **expliquen** las diferencias.

a. Según ____________________, a lo largo de su vida, los seres vivos pasan por cambios adaptativos que les proporcionan ventajas para sobrevivir en un ambiente y, luego, se las transmiten a sus descendientes.

b. Según ____________________, los individuos de una misma especie presentan ligeras diferencias en sus características: los que logran superar la presión del ambiente tienen más chances para reproducirse y dejar descendientes que hereden esas características ventajosas.

3. **Lean** el siguiente ejemplo y, luego, **identifiquen** la explicación que daría Lamarck y la que daría Darwin.

El estudio de los restos fósiles muestra que las dietas de los caballos variaron al mismo tiempo que los cambios de la vegetación a lo largo de los últimos 55 millones de años. Los primeros caballos vivían en ambientes muy cálidos, de tipo selva tropical, y tenían molares adaptados para comer fruta y vegetación blanda. Cuando el clima del planeta se enfrió, esos ambientes de selva fueron reemplazados por otros templados más boscosos; en esa época, los caballos presentaban molares con aristas cortantes, adaptados para cortar hojas y vegetación más dura.

Explicación de ____________________ → Al cambiar el tipo de ambiente, los pocos caballos con dentadura adecuada para aprovechar el nuevo tipo de vegetación tuvieron más oportunidades de sobrevivir que el resto. Eso les dio mayores chances de reproducirse y, por selección del ambiente, esa característica fue transmitiéndose a sus descendientes.

Explicación de ____________________ → Al cambiar el tipo de ambiente, los caballos modificaron su dentadura para poder aprovechar el nuevo tipo de vegetación. Luego, transmitieron hereditariamente esa característica a los descendientes.

4. **Indiquen** las afirmaciones correctas (C) y las incorrectas (I). **Corrijan** estas últimas en sus carpetas.

- [ ] a. El filósofo griego Anaximandro sostenía que los seres vivos cambian a lo largo del tiempo.
- [ ] b. El filósofo griego Aristóteles sostenía que la organización de los seres vivos cambia a lo largo del tiempo.
- [ ] c. La hipótesis de Lamarck se conoce como “idea de la herencia de los caracteres adquiridos”.
- [ ] d. Un individuo es heterocigótico respecto de una característica si recibe el mismo alelo de ambos progenitores.
- [ ] e. La migración genética se produce cuando hay intercambio de genes entre individuos de una misma población.
- [ ] f. Dos poblaciones de la misma especie que no intercambian sus genes, es decir que están aisladas sexualmente, pueden evolucionar por separado luego de muchos años.
- [ ] g. El uso indiscriminado de antibióticos no genera resistencia en las bacterias por selección natural.
- [ ] h. Para que se produzca la especiación simpátrida a partir de una población, tiene que establecerse previamente una barrera geográfica.



Aplicación

5. **Lean** el siguiente texto y **resuelvan** las consignas que se proponen a continuación.

En los caracoles terrestres del género Cepaea se ha visto que, en una misma especie, la conchilla puede ser amarilla, parda, rosada, anaranjada o roja, y que puede tener hasta cinco bandas marrones o negras que ornamentan su superficie. Por evidencias fósiles, se comprobó que esta variabilidad tiene una antigüedad de por lo menos 10.000 años. ¿Cómo se explica que estas variantes se hayan mantenido durante tanto tiempo?
Estos caracoles ocupan una variedad de hábitats que incluyen bosques, pantanos y rocas. Se ha comprobado que cada uno de los diferentes patrones de coloración proporciona la posibilidad de mimetizarse en diferentes fondos. Esta protección contra la predación en distintos subambientes explica cómo se mantiene la variación genética de la población.



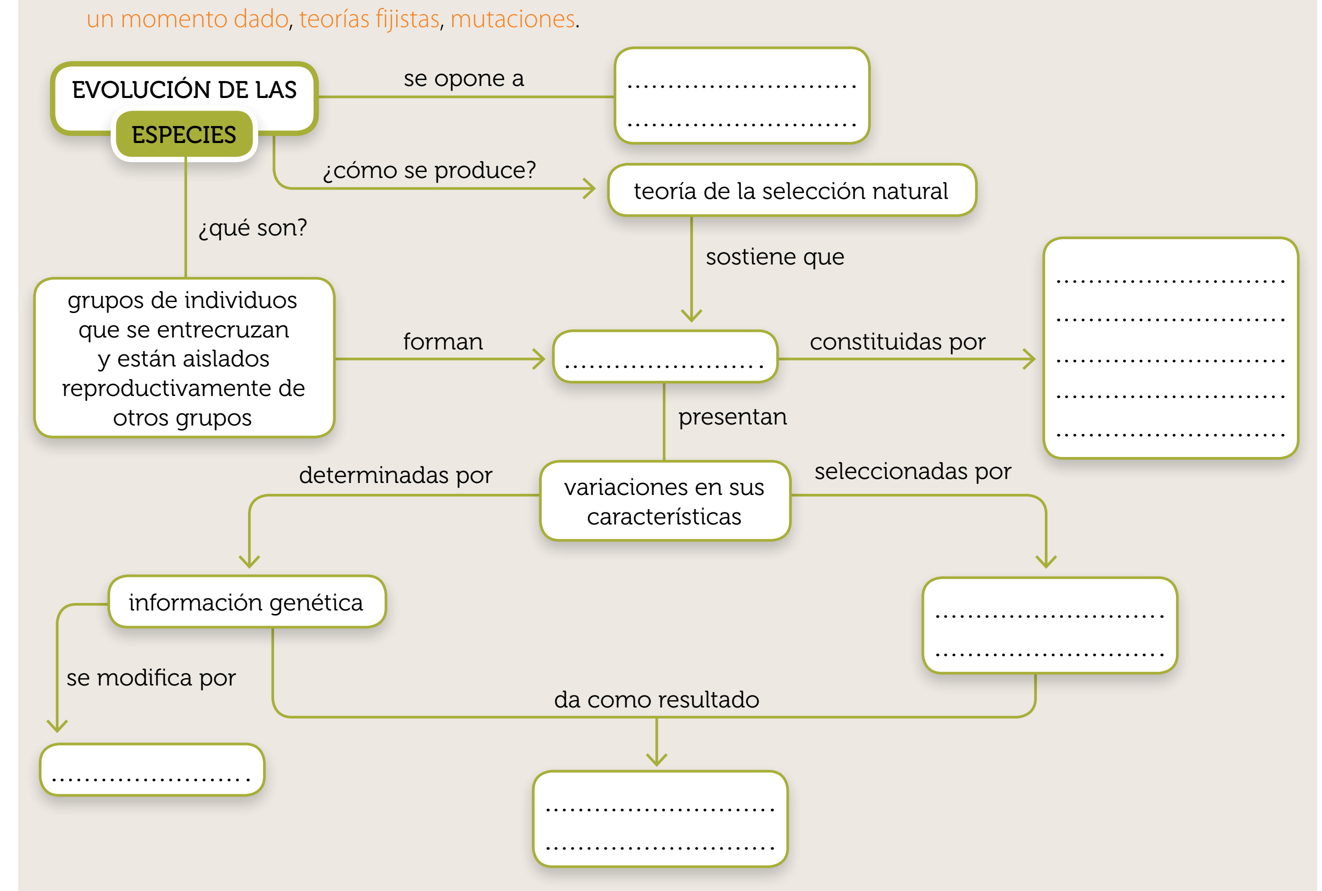
Algunas variedades de caracoles de la especie *Cepaea nemoralis*.

Massarini, Alicia y Liascovich, Rosa, *Biología 2. Genética y evolución*, Buenos Aires, Kapelusz, 2001.

a. ¿Por qué llama la atención que la variedad de formas en que se expresa una característica de una especie se haya mantenido durante unos 10.000 años? ¿Qué resultado hubiera sido previsible teniendo en cuenta los mecanismos de selección natural?
b. ¿Qué tipo de adaptación representa la coloración en este caso? ¿De qué modo asegura la supervivencia?
c. ¿Qué resultado cabría esperar si el hábitat de estos caracoles estuviera circunscripto a un área muy acotada (por ejemplo, una zona rocosa)? **Fundamenten** la respuesta.

Conceptos en sistema

6. **Analicen** el gráfico y **agreguen** los siguientes conceptos en los lugares donde faltan: poblaciones, cambios del ambiente, supervivencia de los más aptos, individuos de la misma especie que conviven en el mismo lugar en un momento dado, teorías fijistas, mutaciones.



Preguntas iniciales

¿Qué características permiten a los individuos de una población sobrevivir en un ambiente? ¿Cuáles son los individuos con más posibilidades de sobrevivir? ¿Qué condiciones del ambiente actúan como fuerza de selección?

Estudiar un caso de selección natural

A partir de numerosas observaciones, Charles Darwin llegó a la conclusión de que las especies no son inmutables, sino que cambian en el transcurso del tiempo. Los individuos de una especie que sobreviven son aquellos que presentan características favorables para vivir en un ambiente determinado (es decir, los que están mejor adaptados a ese ambiente). Estos individuos se reproducen y transmiten esas características a su descendencia. En esta actividad podrán analizar cómo ocurre este proceso en un caso concreto.

Procedimiento

1 **Lean** el siguiente texto y **observen** la ilustración.



Variedades de mariposas de la misma especie que habitan en el bosque de pinos y abedules.

Hace 150 años, un biólogo se trasladó a un bosque, donde predominaban pinos y abedules, para estudiar la población de cierta especie de mariposas. En esa especie existen dos variantes de color de alas: marrón claro y marrón oscuro. Durante el día, las mariposas reposan sobre los troncos de los árboles, donde las capturan los pájaros insectívoros que se alimentan de ellas. Luego de efectuar un recuento de la población de mariposas, encontró que el 50% correspondía a mariposas claras y el otro 50% a mariposas oscuras.

2 **Contesten** las siguientes preguntas.

a. ¿Cuál es el árbol de corteza más clara? ¿Y el de corteza más oscura?

b. ¿En qué árbol será más fácil para los pájaros identificar y capturar las mariposas claras? ¿Y las mariposas oscuras?

3 Cien años más tarde, otro investigador viajó al mismo bosque para continuar con las observaciones acerca de la población de mariposas. El bosque había sido atravesado por una carretera: de un lado prosperaron los pinos y, del otro, los abedules. El científico anotó los datos en una tabla. **Analicen** la tabla y **contesten**.

	Mariposas claras	Mariposas oscuras
En el bosque de pinos	10%	82%
En el bosque de abedules	90%	18%

a. ¿A qué se deben los cambios entre los porcentajes de mariposas claras y oscuras en las dos partes del bosque original? ¿Qué mariposas tuvieron más probabilidades de dejar descendencia en el bosque de pinos y por qué? ¿Y en el bosque de abedules? ¿Se confirmaron las hipótesis planteadas en el paso 2?

b. Si, en los años siguientes, la corteza de los abedules se oscureciera por la contaminación del humo de las industrias en el pueblo aledaño, ¿qué variedad de mariposas tendría más probabilidades de sobrevivir en la parte del bosque donde prosperaron esos árboles?

4 **Debatan**: ¿cómo hubiera explicado Lamarck los resultados de ambas investigaciones? **Anoten** la respuesta.

Conclusión

5 **Redacten** en sus carpetas un informe de los casos estudiados. **Incluyan** dibujos de las mariposas, los troncos de los árboles y las tablas de datos. **Propongan** una tabla posible para la hipótesis que formularon en el paso b del punto 3. Al final, **expresen** claramente sus conclusiones.



Efectuar el recuento de una población

Cuando se estudia una población de animales en un ecosistema natural, frecuentemente surge la necesidad de efectuar un recuento de los individuos y medir las frecuencias de algunas características (como la del color de las alas de las mariposas del caso analizado). Un método habitual para llevar a cabo esta tarea es el **muestreo**: se cuenta cuidadosamente el número de individuos en una unidad espacial (por ejemplo, 1 m^2 del bosque) y se multiplica por la extensión total del área ocupada por la población (en este caso, todo el bosque).



5 Los organismos pluricelulares

A partir de los primeros seres vivos unicelulares, surgieron organismos más complejos. Al principio, los mares se poblaron de algas pluricelulares y diversos invertebrados marinos; luego, aparecieron los primeros peces. De este modo, las formas de vida se diversificaron y dieron origen a la enorme variedad de organismos que conocemos. En la imagen, una reconstrucción del ambiente marino hace unos 430 millones de años.

METAS

Al terminar el capítulo, podrán responder:

- ¿Cuáles son las principales diferencias entre los organismos unicelulares y los pluricelulares?
- ¿Cómo se especializan las células de los pluricelulares según su función?

1. La pluricelularidad

Claves
- Origen de la pluricelularidad
- Especialización
- Reproducción y desarrollo

Todos los seres vivos están formados por una o más células. Dado que la célula es la porción más pequeña que puede sostener la vida, se dice que es la unidad estructural y funcional de los seres vivos. Sin embargo, los seres vivos, al igual que las células que los forman, no son todos iguales. Por ese motivo, la diversidad biológica, es decir, la variedad de las formas de vida que existen en el planeta, es inmensa.



Los organismos formados por células procariotas (como las arqueas y las bacterias) son siempre unicelulares.

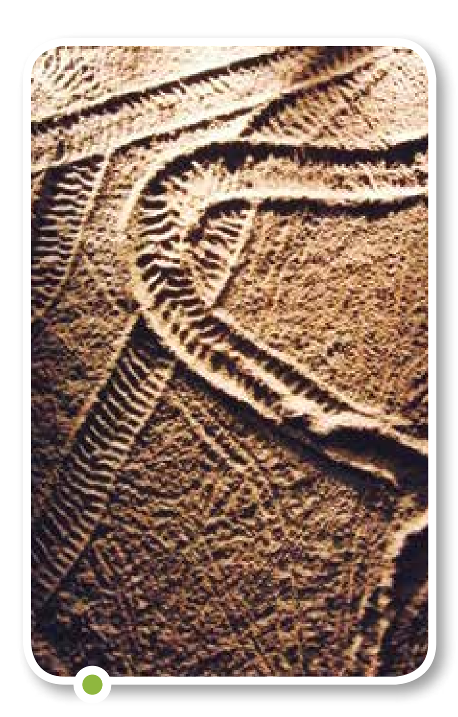
¿Cómo surgieron los organismos pluricelulares?

Para estudiar la diversidad biológica o biodiversidad, los científicos clasifican a los seres vivos según las características que comparten y los aspectos que los diferencian. Así, los ordenan en grupos, por ejemplo, según el tipo o la cantidad de células que los constituyen. A partir de dos de estos criterios, los seres vivos se agrupan en procariotas o eucariotas (según el tipo de célula), y en unicelulares o pluricelulares (según la cantidad de células).

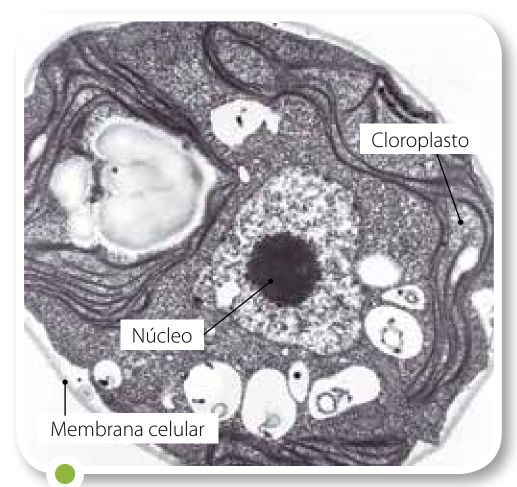
De acuerdo con las evidencias encontradas en el registro fósil hasta la actualidad, los primeros organismos pluricelulares surgieron en la Tierra hace alrededor de 750 millones de años. No se han encontrado fósiles de seres formados por muchas células antes de ese momento. En cambio, hay fósiles de eucariotas unicelulares más antiguos, de casi 1.500 millones de años.

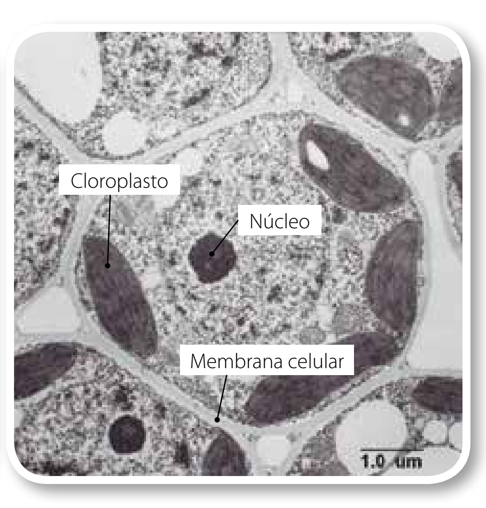
La estructura de las células de los eucariotas unicelulares (como los protozoos o el alga *Chlamydomonas*) es muy similar a las células que componen los seres vivos pluricelulares (como las plantas, los animales y los hongos). Por ejemplo, ambas poseen una membrana que las contiene y las delimita (la membrana plasmática o membrana celular), y presentan en su interior diferentes estructuras, especializadas en cumplir distintas funciones (los orgánulos). Tomando en cuenta estas evidencias, los científicos sostienen que los seres pluricelulares surgieron a partir de organismos eucariotas unicelulares.

La principal diferencia entre ambos tipos de células es que, en los organismos eucariotas unicelulares, la única célula que los constituye cumple todas las funciones vitales. En cambio, las células de seres pluricelulares se encuentran especializadas y realizan solo una función limitada dentro del organismo al que pertenecen.



Huellas fósiles de *Climactichnites*, un organismo pluricelular que vivió hace 510 millones de años.





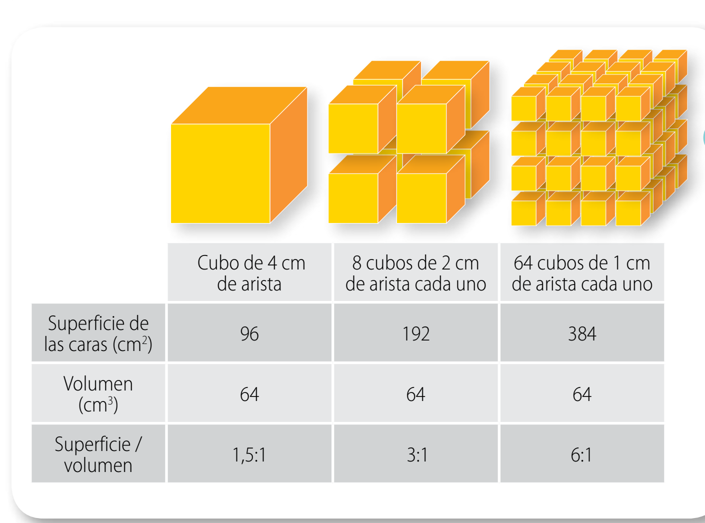
Las células de los organismos eucariotas unicelulares, como el alga verde *Chlamydomonas* (a la izquierda), son muy similares a las células de los pluricelulares, como la célula vegetal (a la derecha). Ambas imágenes fueron obtenidas con microscopio electrónico de transmisión (MET).

La evolución de los pluricelulares

La aparición de la pluricelularidad en la Tierra permitió la diversificación de los seres vivos. Esto fue posible debido a que las células de los organismos pluricelulares comenzaron a diferenciarse y a especializarse, de manera que grupos de células similares cumplían una misma función y daban origen a nuevas estructuras, como tejidos y órganos.

Además, la presencia de un gran número de células hizo posible el aumento en el tamaño de los organismos y la variación en sus formas. Los seres unicelulares crecen y aumentan de tamaño durante su desarrollo; sin embargo, el volumen que pueden alcanzar tiene un límite. La causa de esta limitación es que las funciones vitales, como la relación y la nutrición, dependen de la capacidad de la célula para intercambiar sustancias e información con el ambiente. A medida que aumenta el tamaño de la célula, disminuye la relación entre su superficie (conformada por la membrana celular) y su volumen (compuesto principalmente por el citoplasma). De este modo, la incorporación de alimento y la eliminación de desechos, entre otras funciones, se vuelven menos eficientes.

En los organismos pluricelulares, cada célula tiene el tamaño adecuado para realizar sus funciones vitales. Como, en su mayoría, quedan aisladas del medio externo, se hace necesaria la presencia de un sistema especializado en proveerles nutrientes y en recolectar sus desechos para eliminarlos fuera del organismo.



	Cubo de 4 cm de arista	8 cubos de 2 cm de arista cada uno	64 cubos de 1 cm de arista cada uno
Superficie de las caras (cm^2)	96	192	384
Volumen (cm^3)	64	64	64
Superficie / volumen	1,5:1	3:1	6:1

Esta comparación ayuda a comprender la relación entre superficie y volumen, entre cuerpos de distintos tamaños. Una célula muy grande tiene menos superficie de contacto con el medio que varias células pequeñas.

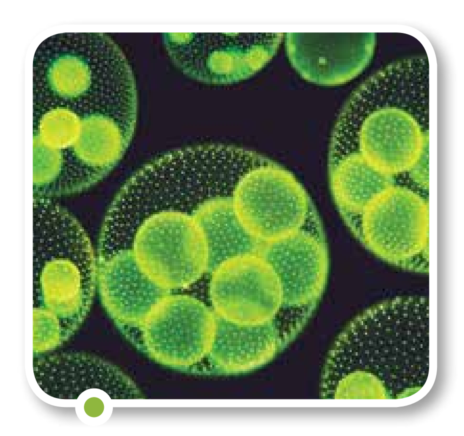


La evolución de organismos tan diversos como todos los que pueden observarse a simple vista fue posible, en gran parte, debido al surgimiento de la pluricelularidad.

Si bien la especialización celular aumenta notablemente la eficiencia para realizar una determinada función dentro de un individuo, cada célula individual pierde su autonomía. Es decir, una gran diferenciación implica que las células que forman el organismo ya no pueden vivir de manera independiente.

ACTIVIDADES *Análisis de un ejemplo*

1. **Observen** las imágenes de organismos pluricelulares que se muestran en esta página y **contesten**: ¿qué características comparten? ¿En qué se diferencian entre sí?
2. TIC **Vean** el siguiente video acelerado del crecimiento de una colonia bacteriana. http://goo.gl/g89uHT. **Expliquen**: ¿por qué no se considera que una colonia sea un organismo pluricelular?



Algunos organismos unicelulares crecen unos junto a otros formando colonias. Esta conformación les brinda protección, pero cada célula conserva su capacidad de vivir de manera aislada.

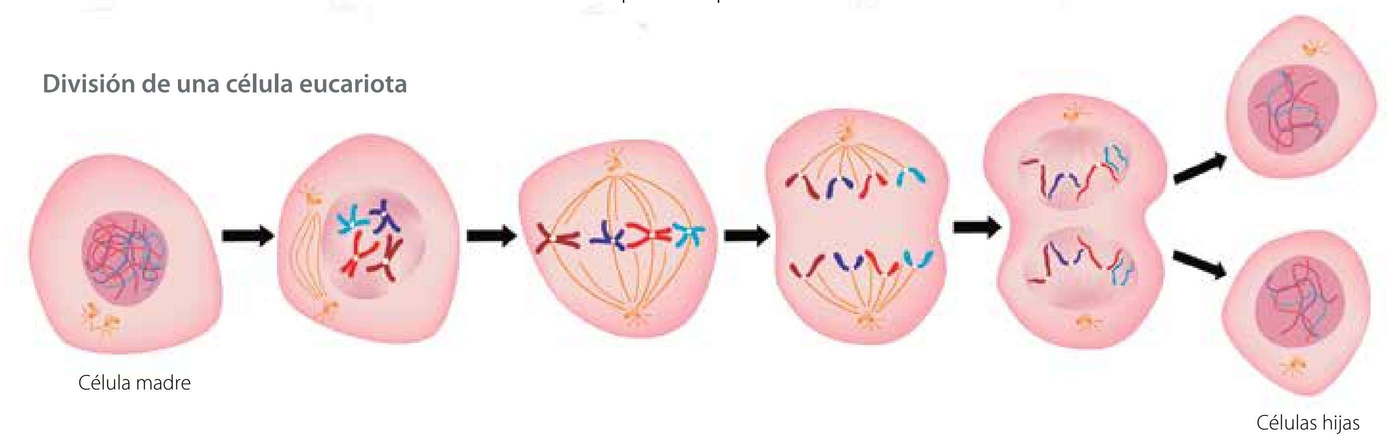
2. La división celular

Claves
- Ciclo celular
- Reproducción de unicelulares
- Mitosis
- Crecimiento
- Reparación de tejidos

Las células, al igual que los organismos de los que forman parte, cumplen un ciclo de vida llamado **ciclo celular**. Durante este período, una célula crece, alcanza cierto tamaño, desarrolla capacidades funcionales y, finalmente, se divide y da origen a dos nuevas células. De esta manera, se multiplican o reproducen los organismos unicelulares, y así aumenta el número de individuos que compone sus poblaciones. En los organismos pluricelulares, en cambio, el mecanismo de división celular permite el crecimiento y la reparación de los tejidos dañados.

¿Cómo se dividen las células?

Durante la división celular, el citoplasma de la célula progenitora se divide en dos partes aproximadamente iguales, y lo mismo ocurre con los componentes celulares, como los orgánulos. Además, durante este proceso, el material genético de la célula en división se duplica, de manera que cada célula hija recibe una copia exacta de la información genética de la progenitora. Por esto, las nuevas células que surgen luego de una división celular son casi idénticas entre sí y, a su vez, a la célula de la que descienden. Estas similitudes se evidencian especialmente en su estructura y en la función que cumplen.



Reproducción de procariotas

En los organismos unicelulares, tanto procariotas como eucariotas, la división celular implica la reproducción de los individuos. El proceso es muy similar en relación con las etapas que lo componen y el resultado que se obtiene.

En los unicelulares procariotas, como las bacterias, el material genético se encuentra en una única hebra con forma de círculo. Es decir, las bacterias poseen un único cromosoma circular. Además, sus componentes celulares no están organizados en estructuras, sino que se localizan dispersos en el citoplasma. Por estos motivos, la división celular en los unicelulares procariotas, conocida como **fisión binaria**, es más simple y más rápida que en los eucariotas.

Por ejemplo, una sola bacteria *Escherichia coli*, a una temperatura de 37 °C, puede dividirse una vez cada veinte minutos. Suponiendo que el proceso se repite durante 12 horas, se obtiene una colonia con casi diez mil millones de individuos. Las células descendientes de la primera son, en su mayoría, genéticamente idénticas a esta. Sin embargo, hay un porcentaje significativo de bacterias hijas que presenta mutaciones (es decir, alteraciones en el material genético).



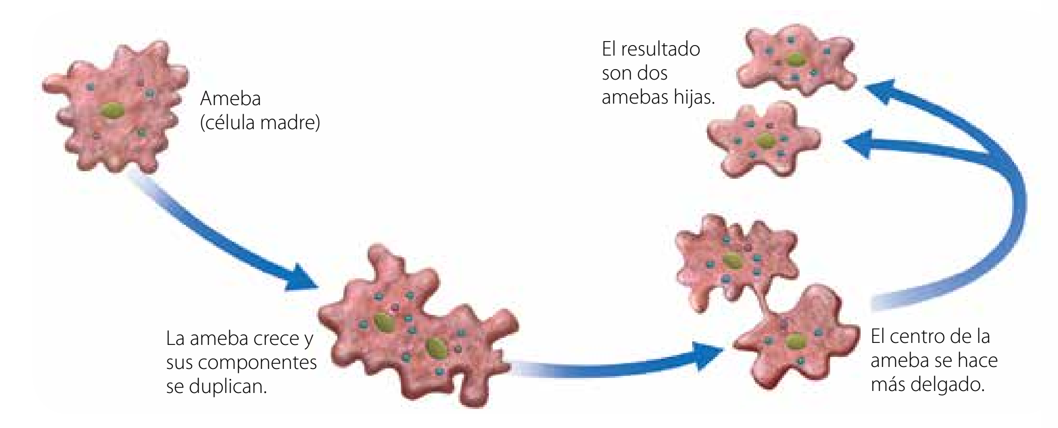
Las bacterias se dividen muy rápidamente. En condiciones normales, lo hacen casi cada veinte minutos.



La división celular en los eucariotas

Las células eucariotas poseen orgánulos que, durante la división, deben ser distribuidos equitativamente entre las células hijas. Además, su material hereditario es alrededor de mil veces mayor que el de las células procariotas y se encuentra distribuido en varias hebras lineales, los cromosomas. Cada célula hija debe recibir una copia de cada uno de los cromosomas (que contienen información indispensable para la vida de la célula y son diferentes entre sí). Esto determina que la división celular en los organismos eucariotas sea más compleja que en los procariotas, y requiera más tiempo para completarse.

El conjunto de eventos de la división celular en los eucariotas se distribuye en dos etapas: la interfase y la mitosis. Durante la **interfase**, la célula crece y duplica su material genético. Luego, en la **mitosis**, se divide el núcleo y, finalmente, se separan los citoplasmas y se forman dos células idénticas.



Los seres unicelulares eucariotas, como la ameba, se dividen por mitosis cada diez horas, en promedio.

El crecimiento de los organismos pluricelulares

Las plantas, los animales y los hongos están formados por células eucariotas. En estos pluricelulares, la división celular o mitosis es el mecanismo por el cual el organismo se desarrolla. Los seres vivos pluricelulares se originan a partir de una única célula, llamada **célula huevo** o **cigoto**, que se divide por mitosis una y otra vez. Al mismo tiempo que se dividen, las células resultantes se diferencian y se especializan, ya que en cada grupo solo se activa una parte de la información hereditaria contenida en los cromosomas. De esta manera, se forma y desarrolla el nuevo ser vivo.

Además, la división celular permite el aumento del tamaño de los órganos durante el **crecimiento**, y la **reparación de los tejidos**. Así se reemplazan de manera continua las células que mueren día a día, como las de la piel o de la mucosa de la boca, y también se regeneran las células de los tejidos dañados. Por ejemplo, se logra la cicatrización de una herida, o la reparación de la quebradura de un hueso.



En el crecimiento de los organismos pluricelulares, una vez que las células se diferenciaron para formar parte de un tejido, solo pueden dividirse y originar células del mismo tipo.

ACTIVIDADES *Conceptos y relaciones*

- **Respondan** en sus carpetas las siguientes preguntas.

a. ¿Cuáles son las diferencias entre la división celular de procariotas y de eucariotas?
b. ¿Cómo se relacionan esas diferencias con el proceso evolutivo que condujo al surgimiento de cada tipo de célula?
c. ¿Se puede afirmar que el desarrollo del embrión es similar al crecimiento de una colonia de unicelulares? ¿Por qué?

3. Células especializadas

Claves
- Tipos celulares animales
- Especialización funcional
- Diferenciación estructural

Todas las células que forman parte del cuerpo de los organismos pluricelulares realizan las funciones que les permiten mantenerse con vida, es decir, se relacionan con el ambiente, se nutren y, en ciertos casos, se dividen. Sin embargo, si observamos un individuo pluricelular, veremos que no todas sus células llevan a cabo las mismas actividades.



Editar imágenes

Tomen o busquen fotografías significativas para ilustrar los temas trabajados en el capítulo. Luego, armen un álbum digital con las fotografías obtenidas y trabajen sobre la edición de esas imágenes. El uso de *PiZap* les permitirá agregar leyendas en la imagen o resaltar un sector de la fotografía, entre otras acciones de la edición de imágenes.

http://goo.gl/MjpbN

Las células se diferencian

Las células de los organismos pluricelulares no son todas iguales entre sí. Por el contrario, se encuentran agrupadas en conjuntos de células especializadas en realizar una determinada función. Por ejemplo, los glóbulos rojos de la sangre de los animales vertebrados se encargan de captar el oxígeno. Los glóbulos blancos, que también forman parte de la sangre de los animales más complejos, se ocupan de atacar partículas extrañas que ingresan al organismo; de esta manera, lo protegen de enfermedades. Por su parte, unas células especiales de los riñones filtran la sangre y eliminan las sustancias tóxicas que esta trae de todo el cuerpo; de este modo, cuando sale de los riñones, la sangre se encuentra limpia, lista para recorrer nuevamente el cuerpo, distribuir nutrientes y recolectar desechos.



Los eritrocitos, o glóbulos rojos, son un tipo de células que componen la sangre. Su función es transportar los gases involucrados en la respiración celular: oxígeno, como nutriente, y dióxido de carbono, como desecho.



Los leucocitos, o glóbulos blancos, también forman parte del tejido sanguíneo. Entre los leucocitos se agrupan varios tipos de células cuya función es defender al organismo de agentes causantes de enfermedades.

Las células que forman los vasos conductores de las plantas tienen múltiples orificios por donde circulan el agua y los compuestos, al pasar de una célula a la siguiente.

Los animales no son los únicos que poseen células especializadas. Muchos otros seres vivos pluricelulares presentan tejidos que realizan funciones específicas. Por ejemplo, las plantas vasculares, que son las más complejas del reino vegetal, tienen células especializadas en trasportar agua desde las raíces hacia las hojas, a través del tallo. También poseen células que forman conductos por los que circulan nutrientes desde donde son fabricados (generalmente, en las hojas) hacia la zona de la planta donde se necesitan. Además, el color verde que caracteriza a la mayoría de las plantas se debe a un compuesto llamado **clorofila**, presente solo en un tipo de células especiales que se encuentran expuestas a la luz solar.



Los estomas son estructuras de la epidermis de las plantas. Cada estoma está formado por dos células especializadas, que enmarcan el ostiolo, un orificio a través del cual se produce el intercambio de gases.

Algunos tipos de células de los animales

En los organismos pluricelulares, la forma de cada grupo de células está relacionada con la función que estas cumplen. A su vez, también depende del medio donde se desarrollan.

Por ejemplo, los glóbulos rojos adquieren una forma redondeada, semejante a la de un disco, dado que se encuentran sueltos en un medio líquido. Lo mismo ocurre con los glóbulos blancos o leucocitos, cuya forma es casi esférica.

Las células que recubren el exterior del cuerpo o el interior de los órganos huecos, como el estómago, el corazón, los riñones o el esófago, entre otros, forman parte del tejido **epitelial** de revestimiento. Estas células cumplen una función protectora, ya que se encuentran en contacto con el medio externo o con fluidos que poseen sustancias que serán eliminadas. En estos tejidos, las células están compactadas, presionadas por las células vecinas y, en consecuencia, su forma es de poliedro*.

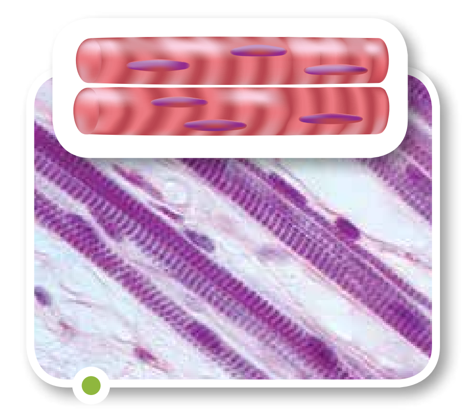
Las **neuronas** forman parte del tejido nervioso. Por tratarse de células capaces de transmitir impulsos eléctricos, son conductoras. Tienen forma estrellada, con ramificaciones cortas y una prolongación larga, que las conecta con otras neuronas o con células que deben efectuar una acción, como las de los músculos o las glándulas.

Las células que forman los **músculos** están muy especializadas: son alargadas y contráctiles, es decir, tienen capacidad de estirarse y contraerse. En su interior presentan gran cantidad de mitocondrias, que generan la energía necesaria para estos movimientos.

Los **osteocitos** son las células que componen los huesos. Su forma es ligeramente alargada, con muchas prolongaciones, y segregan compuestos que forman la matriz ósea que los rodea. Estas células son incapaces de dividirse y, a pesar de que se encuentran aisladas unas de otras, se comunican entre sí a través de pequeños canales en la matriz ósea.

***GLOSARIO**

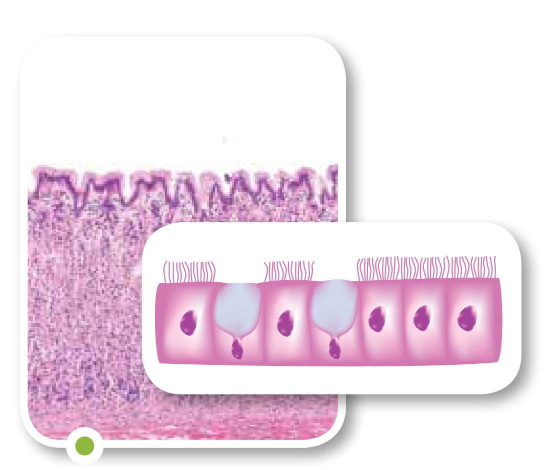
* **Poliedro:** cuerpo geométrico limitado por caras planas.



Las células musculares son alargadas y contráctiles.



Una vez que completaron su diferenciación, las células de los huesos pierden su capacidad de dividirse.



Las células de la piel y de otros epitelios, como el recubrimiento del intestino, son poliédricas debido a que se encuentran muy apretadas entre sí.



Las neuronas son células con forma de estrella.

ACTIVIDADES *Análisis de un ejemplo*

1. **Enumeren** las características que comparten las células que se mencionan en el texto.
2. TIC **Observen** el video del desarrollo del ojo humano en el enlace: http://goo.gl/L8Wo0N. **Comenten**: ¿cuántos tipos de células diferencian? ¿Cómo se formaron? ¿Qué función cumple cada tipo celular?

Los niveles de organización de los seres vivos

Los componentes que forman parte de los seres vivos se ordenan en niveles de organización jerárquicos: cada nivel abarca al anterior y es parte del siguiente. Aunque cada nivel incluye al anterior, sus propiedades son nuevas y muy diferentes de las que presentan sus componentes por separado.

ÁTOMOS

Oxígeno

Hidrógeno

Los átomos constituyen la materia de todo lo que conocemos, tanto de seres vivos como de materiales abióticos o sin vida (como los metales, las rocas, los plásticos y los cerámicos, por ejemplo).

MOLÉCULA

Agua

H

O

H

Los átomos se combinan y forman moléculas. Por ejemplo, el hidrógeno y el oxígeno, que son gases a temperatura ambiente, son los componentes del agua: una sustancia que, en estado líquido, constituye gran parte de los seres vivos. En algunos casos, los átomos forman estructuras de gran tamaño y complejidad que reciben el nombre de macromoléculas. Algunos ejemplos de macromoléculas son el ADN y las proteínas.

MACROMOLÉCULA

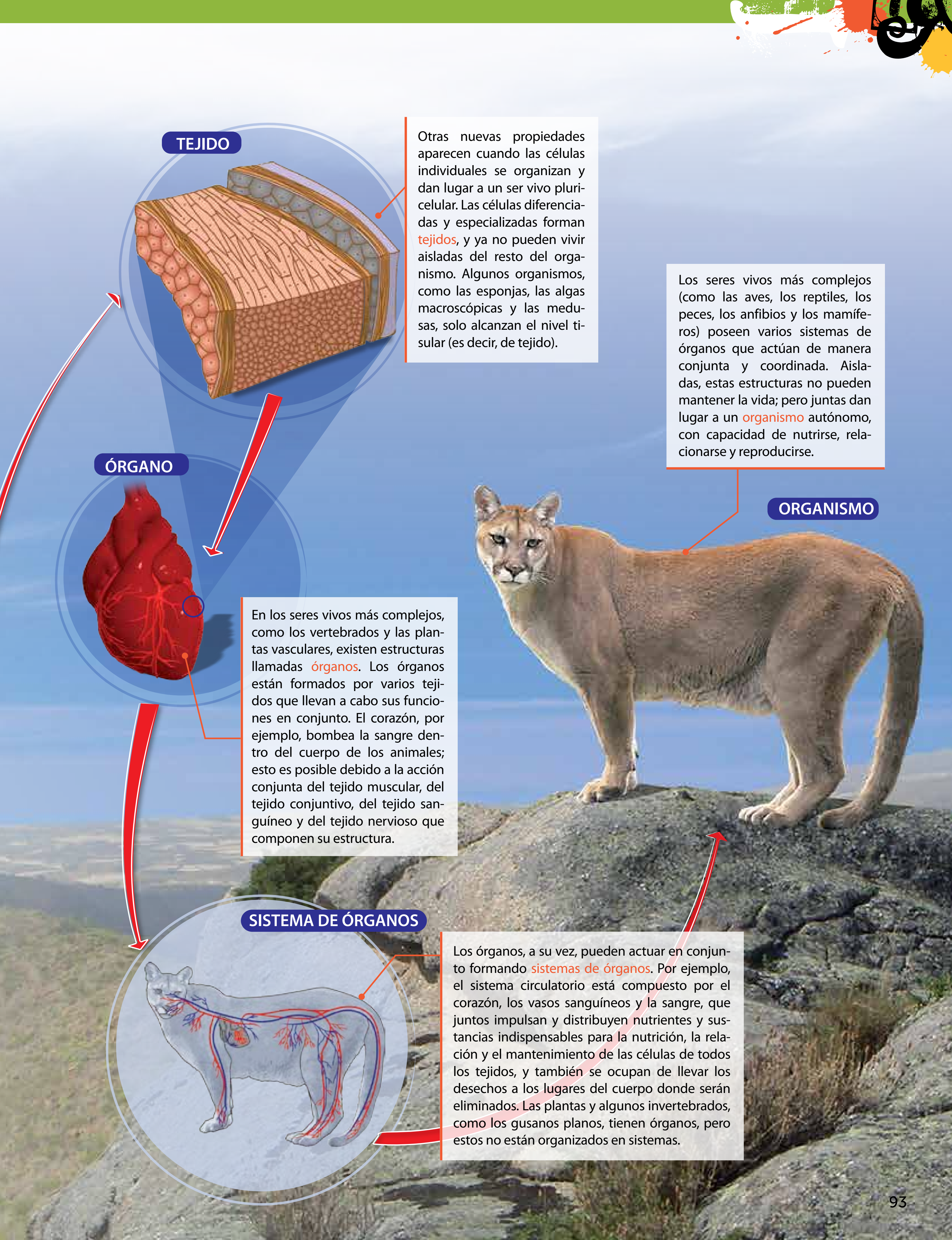
ORGÁNULO

Mitocondria

En los seres vivos, las moléculas y macromoléculas se encuentran organizadas formando estructuras muy pequeñas llamadas orgánulos. Cada orgánulo desempeña una función particular dentro de la célula. Por ejemplo, en las mitocondrias se produce la respiración celular, y en los cloroplastos se sintetiza glucosa a partir de la energía lumínica y determinados compuestos inorgánicos.

CÉLULA

El nivel celular es aquel donde surge la propiedad más espectacular: la vida. La célula es una estructura formada por moléculas y macromoléculas, rodeada por una membrana que la aísla del medio externo y le permite regular un medio interno, el citoplasma. A su vez, posee una macromolécula muy particular, el ADN, donde se conserva la información para su mantenimiento, regulación y replicación. En los organismos eucariotas, también presenta orgánulos especializados en cada una de las funciones. En la célula procariota, estas actividades son realizadas por la célula entera, que funciona como un "orgánulo gigante", con macromoléculas especializadas dispersas en su citoplasma.



Otras nuevas propiedades aparecen cuando las células individuales se organizan y dan lugar a un ser vivo pluricelular. Las células diferenciadas y especializadas forman tejidos, y ya no pueden vivir aisladas del resto del organismo. Algunos organismos, como las esponjas, las algas macroscópicas y las medusas, solo alcanzan el nivel tisular (es decir, de tejido).

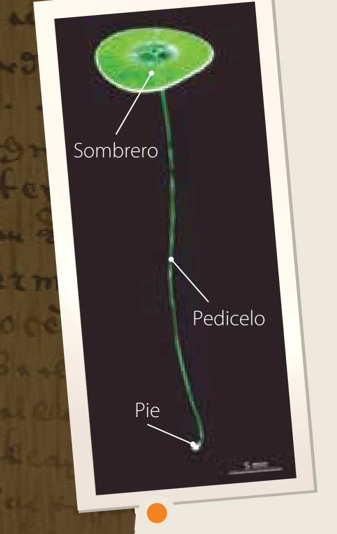
Los seres vivos más complejos (como las aves, los reptiles, los peces, los anfibios y los mamíferos) poseen varios sistemas de órganos que actúan de manera conjunta y coordinada. Aisladas, estas estructuras no pueden mantener la vida; pero juntas dan lugar a un organismo autónomo, con capacidad de nutrirse, relacionarse y reproducirse.

En los seres vivos más complejos, como los vertebrados y las plantas vasculares, existen estructuras llamadas órganos. Los órganos están formados por varios tejidos que llevan a cabo sus funciones en conjunto. El corazón, por ejemplo, bombea la sangre dentro del cuerpo de los animales; esto es posible debido a la acción conjunta del tejido muscular, del tejido conjuntivo, del tejido sanguíneo y del tejido nervioso que componen su estructura.

Los órganos, a su vez, pueden actuar en conjunto formando sistemas de órganos. Por ejemplo, el sistema circulatorio está compuesto por el corazón, los vasos sanguíneos y la sangre, que juntos impulsan y distribuyen nutrientes y sustancias indispensables para la nutrición, la relación y el mantenimiento de las células de todos los tejidos, y también se ocupan de llevar los desechos a los lugares del cuerpo donde serán eliminados. Las plantas y algunos invertebrados, como los gusanos planos, tienen órganos, pero estos no están organizados en sistemas.



Acetabularia crenulata.



Acetabularia mediterranea.

Hämmerling y la función del núcleo celular

Durante el siglo XX, gran parte de las investigaciones sobre los seres vivos estuvieron relacionadas con el descubrimiento de la función de los componentes de las células. A principios de 1930, el médico alemán Joachim Hämmerling (1901-1980) estudió el comportamiento del núcleo y del citoplasma en un organismo muy particular: el alga unicelular *Acetabularia*. Este ser vivo presenta la particularidad de estar formado por una única célula gigante, de entre 2 y 5 cm de largo, con una forma diferenciada en tres partes: un sombrero, un pedicelo y un pie.

Al observar con el microscopio, se detecta que el núcleo de la célula que forma cada organismo de *Acetabularia* se encuentra en la zona del pie. Teniendo en cuenta esto, y sabiendo que las especies de *Acetabularia* se diferencian según el tipo de sombrero, Hämmerling realizó una serie de experimentos.

Experimento 1. En primer lugar, cortó el sombrero de dos especies diferentes de *Acetabularia*, y comprobó que en ambos casos este se regeneraba. Para esto utilizó individuos de *A. crenulata* (cuyo sombrero tiene forma de pétalos) y de *A. mediterranea* (que presenta un sombrero con forma de sombrilla).

Experimento 2. Luego, mezcló parte de las células de las dos especies. Cortó un individuo de cada especie en tres partes, separando el sombrero, el pedicelo y el pie. Finalmente, unió el pie de *A. crenulata* con el pedicelo de *A. mediterranea* y vio qué sombrero se formaba. Rápidamente, se regeneró un sombrero con características intermedias entre ambas especies. Hämmerling eliminó este sombrero, y observó que, al regenerarse, se formaba un segundo sombrero idéntico al de *A. crenulata*.

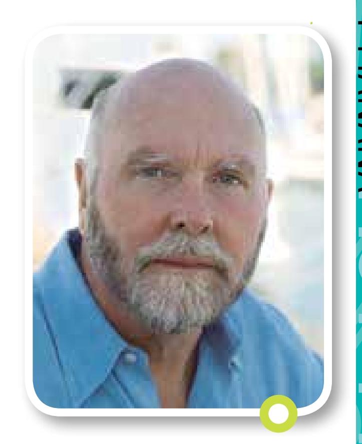
A partir de estos resultados, se comprobó que el núcleo desempeña dos funciones fundamentales. Por una parte, como se observó en el primer experimento, el núcleo de *A. crenulata* porta la información que origina una célula de *A. crenulata*, evidenciada por la forma de su sombrero, y lo mismo ocurre con *A. mediterranea*. Es decir, el núcleo determina qué tipo de célula se desarrollará, según la información genética que contiene.

Por otra parte, como se registró en el segundo experimento, las sustancias que determinan la forma del sombrero, son producidas según la información del núcleo y se acumulan en el citoplasma. Por esta razón, el primer sombrero presentó un aspecto intermedio entre ambas especies: en el citoplasma quedaban sustancias de *A. crenulata* y el núcleo presente en el pie dirigió la producción de sustancias de *A. mediterranea*. Al formarse el segundo sombrero, las sustancias de *A. crenulata* se habían agotado, y la forma del sombrero quedó controlada por el nuevo núcleo. En conclusión, la acción del núcleo es continua, y modifica y regula las actividades de la célula de manera permanente.

ACTIVIDADES Análisis de un caso histórico

1. **Comenten** entre todos: ¿qué pregunta intentaba responder Hämmerling con cada experimento? **Formulen** una hipótesis, es decir, una respuesta posible a la pregunta que originó cada experiencia.
2. **Rastreen** en el texto: ¿qué tipo de ser vivo es *Acetabularia*? ¿Por qué se dice que posee una particularidad?
3. **Redacten** un informe de laboratorio para cada uno de los experimentos de Hämmerling. **Incluyan**: título, hipótesis, introducción, materiales, procedimiento, resultados y conclusiones.

Pequeñas delicias de la vida artificial


John Craig Venter.

La posibilidad de crear vida artificialmente es un desafío prometedor, y a la vez inquietante, que intenta abordar la ciencia en nuestros días. La idea de creación de vida artificial ya no es lo que era. Atrás quedaron las fantasías futuristas que auguraban un siglo XXI plagado de robots autorreplicantes y otras formas de vida inorgánicas o conformadas por híbridos de humanos y máquinas. Estos seres fueron desplazados por los proyectos de la menos vistosa biología sintética, un campo de investigación en el que confluyen disciplinas como la bioquímica, la ingeniería y la informática, para diseñar modelos de sistemas biológicos.

En este terreno no se piensa crear impactantes humanoides, sino una batería de microorganismos capaces de prestar múltiples servicios. Pequeñas máquinas biológicas que, por ejemplo, tengan aplicación en la industria química y farmacéutica, o limpien ambientes contaminados.

Esta combinación de ciencia y negocios resulta atractiva para el bioquímico y farmacólogo estadounidense John Craig Venter (1946), quien se interesó por la genética desde el principio de su carrera profesional. En los últimos años, los anuncios impactantes de Venter se convirtieron en un verdadero clásico de la ciencia. A finales de 2007, anunció que había conseguido obtener un cromosoma artificial a partir de la síntesis química y, en 2008, el primer genoma sintético de una bacteria. Pero la noticia más espectacular estaba por venir: el 20 de mayo de 2010, se publicó la creación de una célula bacteriana controlada por genes sintetizados químicamente. En realidad, lo que explica el artículo es el desarrollo de una técnica para insertar un genoma bacteriano sintetizado químicamente en otra bacteria del mismo género (*Mycoplasma*), pero de distinta especie. Esto implica un trasplante de material genético, que permitió a la bacteria receptora restablecer sus funciones vitales y replicarse formando colonias. Lo notable es que, al hacerlo, siguió las instrucciones del material genético insertado, sin dejar rastros de las proteínas de la célula original. A pesar de tratarse de un experimento revolucionario, hablar de vida artificial o de bacteria sintética, en este caso, resulta excesivo.

La definición de la vida artificial es problemática y engloba cuestiones tales como la inteligencia artificial, la utilización de *software* de simulación para predecir el comportamiento de sistemas biológicos o la síntesis de células vivas desde cero. Se espera que, en el futuro, se puedan obtener células de diseño capaces de producir medicamentos, vacunas o biocombustibles, potabilizar agua o degradar biológicamente sustancias contaminantes. Quien posea el conocimiento y la tecnología para crear estos microorganismos tendrá también la muy redituable posibilidad de negociar suculentos ingresos a cambio de su utilización a escala industrial.


Microfotografía de *Mycoplasma*.

Extractado y adaptado de: Jorge Forno, "Pequeñas delicias de la vida artificial", *Página/12*, Suplemento "Futuro", 29 de mayo de 2010. http://goo.gl/zpKGU9

ACTIVIDADES *Análisis de un ejemplo*

- **Organicen** un debate con la siguiente guía.

a. **Armen** una tabla de dos columnas donde enumeren las ventajas y las desventajas de la creación de células de diseño, considerando sus posibles aplicaciones.
b. **Propongan** argumentos a favor y en contra de esas acciones.
c. **Discutan** las decisiones que podrían tomarse para lograr un equilibrio.

La vejez: ¿ventaja o desventaja de los organismos pluricelulares?

Las personas más longevas que se han registrado rondan los 114 años. Los elefantes pueden alcanzar los 80 años, mientras que los mosquitos completan su vida en un mes. A su vez, los organismos de una misma especie presentan diferentes tiempos de vida. ¿Qué determina que "nos pongamos viejos"? ¿Existen bacterias "ancianas"?

EL ENVEJECIMIENTO Y LA DIFERENCIACIÓN CELULAR

Las bacterias, que son los primeros organismos que poblaron la Tierra, no envejecen. Estos microbios, que están conformados por una sola célula, en algún momento de su vida se dividen para dar lugar a dos células hijas; y estas, a su vez, repetirán el proceso a lo largo de infinitas generaciones. En otras palabras, salvo que en el medio que las rodea ocurra algún acontecimiento que acabe con su vida, las bacterias no mueren sino que continúan su existencia en el cuerpo de sus hijas. Lo mismo ocurre con los demás organismos unicelulares actuales.

Pero cuando la evolución de la vida sobre el planeta dio lugar a los primeros organismos pluricelulares —y, con ellos, a la diferenciación celular— la cuestión cambió. Comenzaron a aparecer seres vivos cuyo cuerpo estaba formado por células diferentes entre sí, que se distinguían unas de otras para cumplir diversas funciones, como la digestión, la circulación o la respiración, entre otras.

En términos muy generales, la mayoría de los organismos pluricelulares cuenta con dos tipos celulares diferentes: por un lado, las células somáticas, que son las que constituyen los órganos y sistemas del cuerpo; y por otro lado, las células sexuales, que son las encargadas de producir los gametos, es decir, las células reproductivas. Mientras las células somáticas envejecen, las sexuales no lo hacen. En palabras del anatomista estadounidense Charles Minot (1852-1914): "El envejecimiento es el precio pagado por la diferenciación celular".

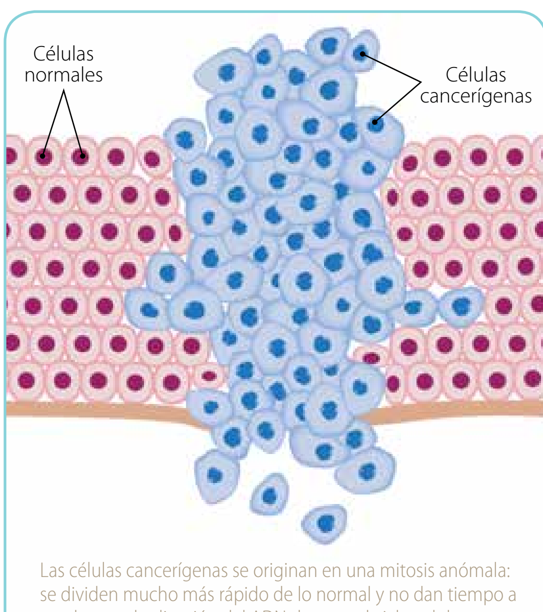
En 1908, Charles Minot publicó su libro *El problema de la edad, el crecimiento y la muerte.*

CÉLULAS MADRE Y MUTACIONES

En los últimos años, se descubrió que las células madre adultas tampoco envejecen. Localizadas en los diferentes tejidos, las células madre se ocupan de reponer las células somáticas a medida que estas últimas envejecen y mueren.

Entre los rasgos más característicos de la vejez se encuentran la menor capacidad de regeneración de los órganos y tejidos, y la mayor propensión a las infecciones y al cáncer. Se presume que esto es consecuencia de un desequilibrio entre la pérdida y la renovación celular, debido al decaimiento en la replicación y función de las células madre.

La perduración también tiene un costo. Sucede que, a lo largo del tiempo y por diferentes factores, las células sufren mutaciones en su ADN, y algunas de esas mutaciones



Las células cancerígenas se originan en una mitosis anómala: se dividen mucho más rápido de lo normal y no dan tiempo a una buena duplicación del ADN durante el ciclo celular.

pueden ser perjudiciales para el organismo. Cuando una célula muere, sus mutaciones desaparecen con ella. Pero si la célula no muere, acumulará más y más mutaciones durante años, con la probabilidad creciente de convertirse en una célula incapaz de cumplir con su función regeneradora o reparadora de los tejidos o, en el peor de los casos, transformarse en una célula tumoral, es decir, una célula que se dividirá infinitamente —haciendo crecer el tumor— sin mostrar signos de envejecimiento.

Si, como se cree, los primeros seres vivos no envejecían, el proceso de envejecimiento sería una consecuencia de la evolución.

A MEDIDA QUE PASAN LOS AÑOS

El envejecimiento es un proceso complejo que afecta a cada célula y, en consecuencia, a cada órgano, lo cual, a la larga, lleva al deterioro de las funciones del organismo. Por lo tanto, un objetivo de las investigaciones en este campo consiste en desentrañar los mecanismos del envejecimiento a nivel celular.

Se han postulado más de 300 teorías para explicar esos mecanismos; muchas de ellas no se excluyen entre sí. En la actualidad, una de las más aceptadas sostiene que el envejecimiento celular se debe al acortamiento gradual de los telómeros, que son secuencias de ADN presentes en ambos extremos de los cromosomas.

Los extremos de los cromosomas podrían tener la clave de las causas del envejecimiento.

Algunos experimentos muestran que, cada vez que una célula se divide, los telómeros se acortan un poco. Esto llevaría a que, después de un determinado número de divisiones celulares, los telómeros habrían desaparecido y el acortamiento del cromosoma comenzaría a afectar a genes importantes para la vida de la célula.

ENVEJECIMIENTO Y EVOLUCIÓN

La constatación de que la duración máxima de la vida puede variar considerablemente entre las diversas especies apoya la idea de que la longevidad (es decir, la aptitud para tener una vida larga) posee una base genética. Pero, aunque está claro que el envejecimiento es producto de la influencia de múltiples genes, se piensa que es improbable que existan genes que promuevan específicamente la vejez.

Si, como se cree, los primeros seres vivos no envejecían, el proceso de envejecimiento sería una consecuencia de la evolución. Podría pensarse que el fenómeno de la vejez "apareció" por selección natural con la finalidad de limitar el tamaño de las poblaciones, o de acelerar el recambio generacional y, con ello, la posibilidad de que los cambios adaptativos surjan más pronto.

Sin embargo, el envejecimiento influye muy poco en la mortalidad de las especies que viven en estado salvaje, donde la gran mayoría de los animales muere por causas externas (ataque de predadores, infecciones, hambre, frío, etcétera). Es decir, en la naturaleza, la duración de la vida no suele ser suficientemente extensa como para llegar a viejos. •

Extractado y adaptado de: Gabriel Stekolschik, "Longevidad. ¿Cuánto podremos vivir?", *Exactamente*, número 47, pp. 34-37, http://goo.gl/p90XXu

¿Por qué las células de la tortuga envejecerán más tardíamente que las de la polilla? La respuesta está en la información genética que portan sus cromosomas.

ACTIVIDADES *Conceptos y relaciones*

1. **Conversen** en grupos: ¿la vejez podría considerarse una ventaja o una desventaja para los individuos pluricelulares? ¿Y para la especie a la que pertenecen? **Justifiquen** sus argumentos.
2. **Respondan** las siguientes preguntas en sus carpetas.
   a. ¿A qué se refiere el artículo cuando sostiene que las bacterias no envejecen?
   b. ¿Qué significa la afirmación "El envejecimiento es el precio pagado por la diferenciación celular"?



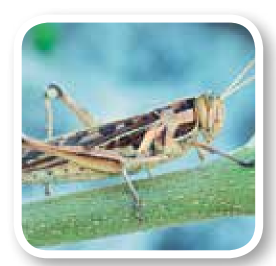
Repaso

1. Clasifiquen los siguientes seres vivos teniendo en cuenta el tipo de célula (procariota o eucariota) y la cantidad de células (unicelular o pluricelular). Tengan en cuenta que un sector del cuadro no tiene representantes.


Ameba


Araucaria


Bacterias verdeazuladas


Saltamontes

	Unicelular	Pluricelular
Procariota		
Eucariota		

2. Ordenen los pasos de la división de la célula eucariota numerándolos del 1 al 5.

- ☐ Se separan los citoplasmas.
- ☐ Se divide el núcleo.
- ☐ Quedan formadas dos células idénticas.
- ☐ La célula madre duplica su material genético y sus orgánulos.
- ☐ El centro de la célula se adelgaza.

3. Relacionen cada tipo de célula de los organismos pluricelulares con la caracterización que le corresponde.

Célula epitelial	Forma estrellada
Glóbulo rojo	Forma alargada
Neurona	Forma de disco
Glóbulo blanco	Forma poliédrica
Célula muscular	Forma casi esférica



4. Completen el texto con el nombre que corresponde a cada nivel de organización.

Los ______________ son los constituyentes mínimos de la materia. Al combinarse, forman ______________. Algunas de ellas presentan estructuras de gran tamaño y complejidad, como el ADN y las proteínas, y por eso reciben el nombre de ______________. En los seres vivos, estas se encuentran organizadas formando estructuras muy pequeñas llamadas ______________, cada uno de los cuales desempeña una función particular dentro de la ______________, que es el nivel en el que se manifiesta la vida. En los organismos pluricelulares, varias de ellas se diferencian y especializan, y así forman ______________. En los seres vivos más complejos, como los vertebrados y las plantas vasculares, existen estructuras formadas por varios tejidos que llevan a cabo una función en conjunto: son los ______________. Estos, a su vez, pueden actuar en conjunto formando ______________. Cuando varios de ellos actúan de manera conjunta y coordinada, dan lugar a un ______________ autónomo, con capacidad de nutrirse, relacionarse y reproducirse.

5. Respondan las siguientes preguntas en sus carpetas.

a. ¿Qué elementos permiten a los científicos afirmar que los seres pluricelulares surgieron a partir de organismos eucariotas unicelulares?

b. ¿Qué quiere decir que las células de los organismos pluricelulares están especializadas?

c. ¿Por qué el aumento de tamaño de los seres unicelulares está limitado?

d. ¿Qué diferencia pueden señalar entre una colonia de organismos unicelulares y un organismo pluricelular?

e. ¿Cómo se presenta el material genético en las células procariotas? ¿Y en las eucariotas?

f. ¿Qué función cumple la división celular en los organismos unicelulares? ¿Y qué funciones desempeña en los pluricelulares?

g. ¿Qué relación pueden señalar entre la forma de los glóbulos rojos y el medio en el que se encuentran? ¿Y en el caso de las células epiteliales?

6. Nombren algunas de las células especializadas de los organismos animales y vegetales más complejos. **Señalen** la relación entre la forma y la función de cada una de ellas.



Aplicación

7. Lean el siguiente texto y **resuelvan** las consignas que se proponen a continuación.

Muy probablemente, en un momento de la evolución de los primeros unicelulares, aparecieron organismos que se alimentaban de otros. De haber sido así, contar con un tamaño mayor habrá sido una ventaja, dado que una célula grande puede englobar a otra más pequeña. Sin embargo, cuanto mayor es el tamaño de una célula, más dificultoso se vuelve el intercambio de sustancias a través de la membrana.

La pluricelularidad pudo haber sido la respuesta evolutiva a la necesidad de contar con organismos más grandes para alimentarse de otros y evitar ser capturados por un predador. De este modo, es posible que varias células pequeñas hayan comenzado a organizarse para formar organismos más grandes.

Por unificación de las células eucariotas aparecieron, hace 1.000 millones de años, los primeros organismos pluricelulares, que fueron algas semejantes a las que hoy pueblan los mares. Y hace 600 millones de años, surgieron animales invertebrados como los trilobites, que contaban con órganos especializados para realizar las distintas funciones.



Huella fósil de un trilobites.

a. ¿Cómo se explica evolutivamente el paso de los organismos unicelulares a los pluricelulares?
b. ¿Por qué la solución no fue el aumento del tamaño de la única célula de un organismo unicelular?
c. Dado que las algas son organismos autótrofos, ¿qué ventaja pudo haber representado para ellas la pluricelularidad?

Conceptos en sistema

8. Analicen el gráfico y **agreguen** los siguientes conceptos en los lugares donde faltan: sistemas de órganos, reparación de tejidos, distintas formas, eucariotas, tejidos, mitosis.

ORGANISMOS PLURICELULARES
por tipo de célula son
....
formados por
células especializadas
se organizan en
niveles
....
órganos
....
....
se diferencian según
función
tienen
....
....
se dividen por
....
permite
crecimiento
....
....

Preguntas iniciales

¿Cómo se hace un preparado de células frescas? ¿Qué características presentan las células de la mucosa bucal?

Caracterizar células de la mucosa bucal

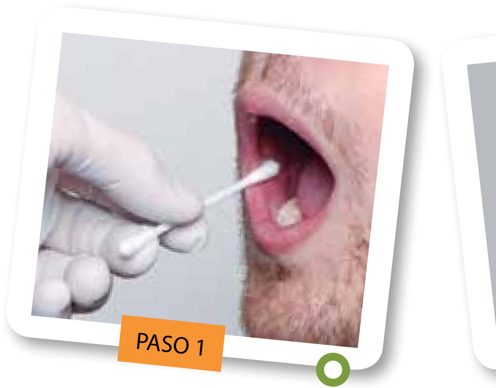
Los seres vivos pluricelulares están formados por miles —y hasta millones— de células eucariotas. Si bien esas células presentan una serie de características en común, no son todas iguales. Algunas poseen una forma más regular y definida, mientras que otras son irregulares. Además, las células vegetales presentan una gran vacuola que ocupa casi todo el volumen celular, mientras que las células animales tienen vacuolas muy pequeñas. En esta experiencia podrán observar con el microscopio las células de la mucosa de la boca.

Materiales

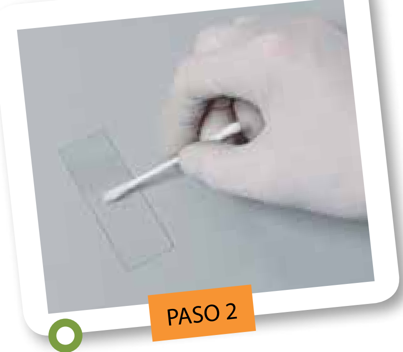
Microscopio, portaobjetos, cubreobjetos, gotero con agua, azul de metileno, hisopos, guantes de látex, papel secante.

Procedimiento

1. **Colóquense** los guantes. **Abran** un poco la boca y **deslicen** suavemente un hisopo por la cara interna de la mejilla. Nota: **asegúrense** de no estar resfriados para realizar este paso.
2. Con cuidado, **froten** el hisopo sobre un portaobjetos limpio y seco.



Hisopado de células de la mucosa bucal.



Frotación del hisopado sobre el portaobjetos.

3. **Agreguen** dos gotas de agua y una gota del colorante azul de metileno.
4. **Cubran** con un cubreobjetos.
5. Si quedara exceso de líquido, **retírenlo** apoyando con suavidad una punta del papel secante en uno de los extremos del cubreobjetos.
6. **Monten** el preparado en el microscopio. **Obsérvenlo** con el objetivo 4x y, luego, con el 10x y el 40x. **Comenten**: ¿cuál es el aumento final con el que observan la imagen en cada caso? Verán algunas células dobladas y otras rotas. **Concéntrense** en una célula lo más entera posible. ¿Qué características presenta? ¿Cómo es su forma? ¿Pueden observar el núcleo? ¿Dónde se encuentra el citoplasma?


Los objetivos del microscopio tienen aumentos graduados. Por ejemplo, si el ocular es 10x y el objetivo es 4x, la muestra se verá ampliada 40 veces.

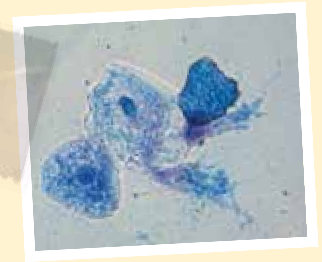
Conclusión

7. **Redacten** en sus carpetas un informe de las observaciones realizadas. **Incluyan** dibujos de los pasos para montar un preparado e **ilustren** las observaciones al microscopio. Al final, **expresen** claramente sus observaciones en función de lo que visualizaron y aprendieron en el capítulo.



Usar técnicas de tinción

Cuando se preparan muestras para observar en el microscopio, habitualmente se emplea alguna tintura para mejorar el contraste de la imagen y destacar determinadas estructuras. Por ejemplo, el azul de metileno sirve para teñir células animales y hacer más visibles los núcleos.


Células epiteliales, vistas al microscopio luego de agregar azul de metileno en la muestra.

Armar una página web

Puentes de papel

HACIA UNA EDUCACIÓN DIGITAL

Existen múltiples formas de presentar la información a través del uso de herramientas tecnológicas e internet. También son muy variadas las maneras de organizar y gestionar los espacios destinados a informar.

Entrar en tema

Algunas herramientas tecnológicas resultan adecuadas para el trabajo individual, mientras que otras son ideales para realizar trabajos colaborativos. En estos últimos, todos los integrantes de un equipo poseen igual responsabilidad y protagonismo en la organización y edición del espacio que crearán en internet.

La propuesta de este proyecto consiste en el armado grupal de páginas web, usando la herramienta correspondiente de *Wix*. El trabajo requerirá de diversas actividades: recopilar datos, seleccionar información, redactar textos, compartir artículos o recursos. Para el desarrollo del proyecto, cada grupo deberá seleccionar uno de los temas expuestos en el menú de opciones que se encuentra en lista de la derecha.

Recolectar

Una vez que los grupos estén constituidos y hayan seleccionado el tema que van a desarrollar, avancen con los siguientes pasos.

1. **Repasen** las características que deben presentar los espacios multimediales: el conocimiento preciso del recurso es una de las claves para un trabajo fructífero y exitoso.
2. **Exploren** la herramienta que van a utilizar, la *Wix*.
3. **Comenten** entre los integrantes del grupo lo que saben acerca del tema seleccionado para el proyecto.
4. Considerando lo propuesto en el capítulo 5, **revisen** el álbum de fotos que construyeron a partir de la actividad "Puentes de papel" y **seleccionen** aquellas imágenes que puedan servirles para el proyecto. Además, **busquen** en internet imágenes que complementen las del álbum. **Creen** una carpeta para reunir todas las imágenes seleccionadas.
5. Todos los integrantes del grupo deberán producir textos para publicar en la *Wix*. **Retomen** lo que trabajaron en la actividad "Puentes de papel" del capítulo 3 y **unifiquen** criterios de selección de información. **Definan** también cuáles serán sus páginas o fuentes de cabecera para la búsqueda de la información.
6. **Realicen** una cuidadosa búsqueda de recursos que consideren de utilidad para complementar la información de su *Wix*. Algunos de esos recursos pueden ser videos o simuladores, como se propuso en los capítulos 3 y 6.



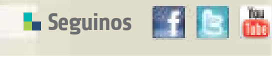
Cada grupo deberá seleccionar un tema del siguiente menú de opciones.

- Teorías que explican el origen de la vida.
- Tipos de células y sus componentes.
- Características de los organismos pluricelulares y los unicelulares.
- Las funciones de relación, control y nutrición en el ser humano.

Los textos descriptivos requieren, en primer lugar, una detallada observación del objeto o el fenómeno que se presenta. Luego, se redacta una enumeración clara, jerarquizada y ordenada de las principales características observadas. El siguiente enlace ofrece orientaciones que los ayudarán a mejorar sus destrezas en la redacción de descripciones para el área de ciencias.

http://goo.gl/9okR4k













Analizar

Llegó el momento de revisar atentamente todo el material y evaluar las herramientas, para acercarnos al armado de la página web.

1. **Exploren** diferentes páginas generadas con *Wix* y, a partir de la observación y el debate con los compañeros del equipo, **confeccionen** un listado de las principales características que este espacio multimedial debe poseer.
2. **Determinen** cuál será el alcance del tema elegido. **Realicen** un listado con los subtítulos que les servirán para el desarrollo de la exposición y **pónganse de acuerdo** sobre la información que no debe faltar en cada caso. De esta manera, contarán con un "esqueleto" que los ayudará a organizar los materiales que seleccionen.
3. Teniendo en cuenta los subtemas apuntados en los subtítulos, **decidan** los posibles recursos que convendría utilizar en cada espacio: video, artículo, imágenes, etcétera.
4. **Retomen** las imágenes seleccionadas anteriormente y **descarten** aquellas que no puedan incluirse en ninguno de los subtemas.
5. **Consideren** la posibilidad de nombrar en el grupo un jefe de edición, un jefe de recursos y un editor de recursos.
6. **Recuerden** que todos los textos publicados en la *Wix* deben ser de autoría propia: **eviten** el "copiado y pegado" de textos de internet.

El jefe de edición será el encargado de verificar que los textos redactados no presenten errores y respondan al formato del texto descriptivo.
El jefe de recursos se ocupará de intercalar en la *Wix* los recursos que hayan seleccionado en el grupo, según cada subtema.
El editor de recursos tendrá la tarea de cortar los videos, editar las fotos o agregar información en ellas.

Producir

Ya reunieron los materiales y analizaron la herramienta que van a usar. Es momento de realizar el producto.

1. **Elijan** un título para la página web. Tiene que reflejar claramente el tema que se va a desarrollar.
2. **Gestionen** el usuario en *Wix* (http://es.wix.com/) para poder crear la página.
3. **Redacten** textos que desarrollen con precisión el tema seleccionado.
4. **Agreguen** las fotografías seleccionadas, acompañándolas de sus correspondientes epígrafes. Pueden crear dentro de la página una galería de fotos, en la que se exponga un recorrido visual de los temas abordados. **Editen** las imágenes según lo consideren, utilizando la herramienta propuesta en el capítulo 5.
5. **Seleccionen** videos y páginas de internet que puedan relacionar con la temática expuesta. **Enlacen** diferentes páginas que amplíen la información brindada.
6. **Verifiquen** que el diseño seleccionado para la página sea claro y atractivo.

Compartir

Considerando que no todos los grupos trabajaron sobre los mismos temas, los alentamos a que exploren y lean los trabajos realizados por el resto de los equipos.

Para que ello sea posible, todos los grupos deberán enviar el enlace de su página generada con *Wix* al resto de los compañeros, y todos incluirán el enlace del resto de los grupos en su trabajo. De esta manera, un lector que ingrese a cualquiera de las páginas construidas por el curso podrá acceder, en forma inmediata, al resto de los trabajos para observar el entramado de temas que se abordaron en el bloque.

